Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

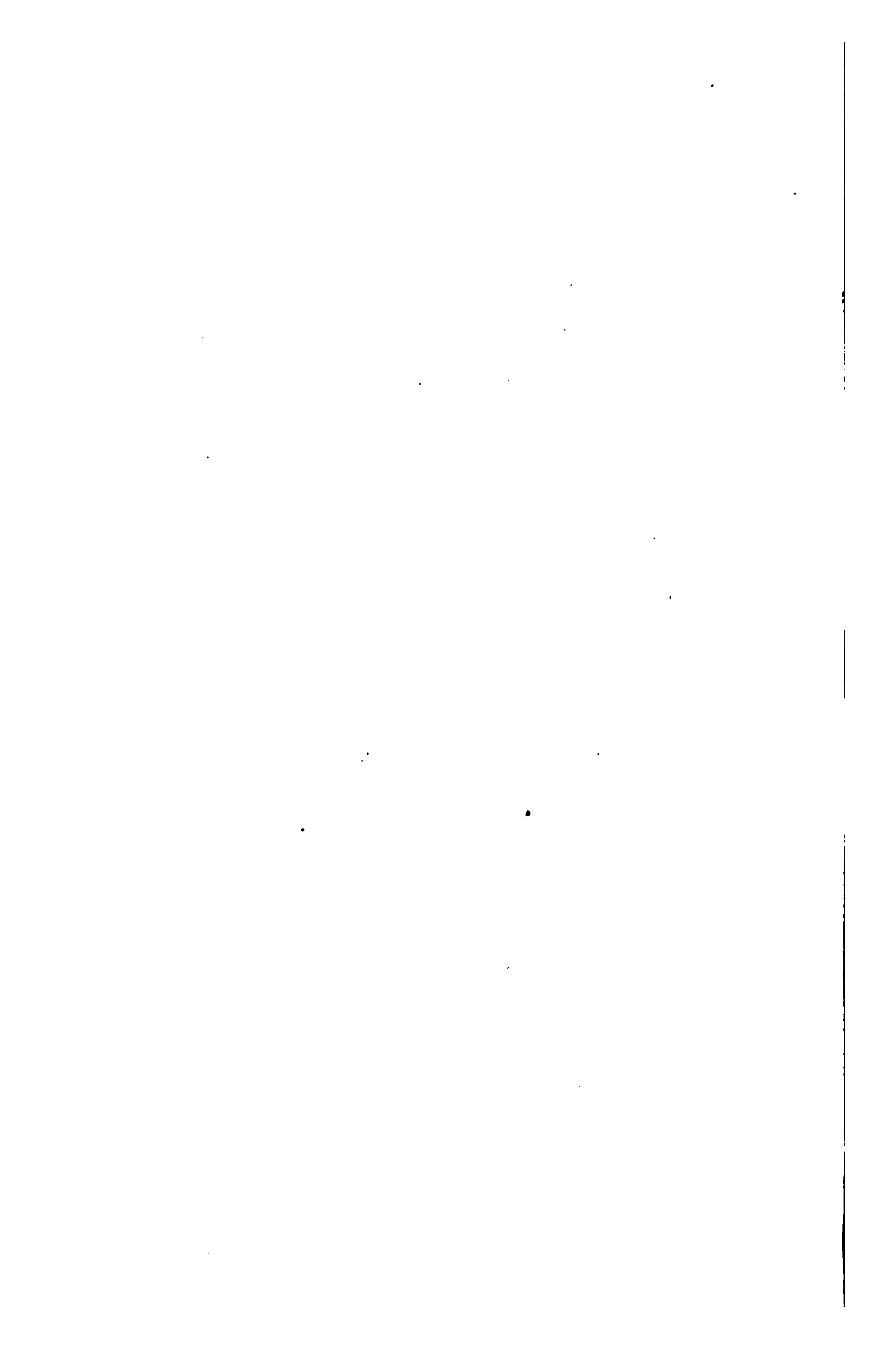
von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena.

Zehnter Band.
Neue Folge, Dritter Band.

Mit 22 Tafeln und 5 Holzschnitten.

Jena,
Verlag von Hermann Dufft.
1876.



Inhalt.

Einige Worte über Leptalis.

Von

Fritz Müller.

„Für gewisse Fälle der Mimicry oder der Bildung der natürlichen schützenden Masken und Nachahmungen . . . scheint die natürliche Züchtung nicht auszureichen.“ [1]) „Nur da, wo die Stammform, von welcher die Umwandlung zur natürlichen Maske ausgeht, der nachgeahmten Species ohnehin schon so ähnlich sieht, dass eine Verwechselung von Seiten ihrer Feinde möglich ist, nur da ist die natürliche Zuchtwahl im Stande, die Aehnlichkeit zu vervollkommnen und immer täuschender zu machen. Da dies aber nur bei einem Theil der bis jetzt bekannten Beispiele von Mimicry zutrifft, so müssen in den übrigen Fällen noch andere bis jetzt unbekannte Ursachen thätig gewesen sein.“ [2]) Aehnliche Bedenken gegen die Entstehung der Mimicry durch natürliche Züchtung sind auch anderwärts laut geworden und verdienen wohl eine eingehende Besprechung.

Die Mimicry, die täuschende Nachahmung anderer Arten, ist, insoweit sie der nachahmenden Art Sicherheit vor Feinden gewährt, nur ein besonderer Fall der schützenden Aehnlichkeit, von deren gewöhnlichster, einfachster Form, der schützenden Färbung, die allmählichsten Uebergänge zu den wundervollsten Beispielen täuschender Nachahmung führen, wie z. B. von einem gewöhnlichen einfach grünen Heuspringer zu einer Pterochroza, deren Flügel ein welkendes Blatt bis ins Einzelnste in unübertrefflicher Weise nachahmen.

Die schützende Färbung kann aber offenbar von jedem

---

[1]) Oscar Schmidt, Descendenztheorie und Darwinismus. 1873. S. 147.

[2]) Das Unbewusste, vom Standpuncte der Physiologie und Descendenztheorie. 1873. S. 11.

beliebigen Puncte aus durch natürliche Züchtung sich bilden. Nehmen wir z. B. einen Schmetterling, der die Gewohnheit hat, mit ausgebreiteten Flügeln an Baumstämmen zu ruhen, wie viele Nachtschmetterlinge und unter den Tagfaltern die Ageronien und die ihnen verwandte Ectima Liria. Selbst die riesigste Art, — etwa, um einen dieser ausfliessende Baumsäfte saugenden Schmetterlinge zu nennen, Erebus Strix, — würde, und wenn sie im blendendsten Weiss prangte, doch nur von einer bestimmten Entfernung her für Vögel unterscheidbar sein und auf eine weit geringere Entfernung hin die Aufmerksamkeit achtlos vorüberfliegender Vögel auf sich ziehen. Jede kleinste Abänderung, die ihre Färbung derjenigen der Baumrinde oder der sie bedeckenden Flechten näher brächte, würde die eine wie die andere Entfernung und damit die Wahrscheinlichkeit, von Feinden bemerkt und verzehrt zu werden, verringern und also „die Grundlage für weitergehende Abweichungen nach derselben Richtung in den folgenden Generationen bilden können.“ (Das Unbewusste, S. 10.) Von jedem beliebigen Ausgangspuncte aus würde sich also auf dem Wege der natürlichen Auslese jene täuschende Aehnlichkeit mit Baumflechten erreichen lassen, durch welche z. B. Ageronia Epinome plötzlich den Augen des Verfolgers entschwindet, wenn sie sich an einem Baumstamme niedersetzt und die Flügel demselben anschmiegt.

Ganz eben so würde von jedem beliebigen Ausgangspuncte aus die natürliche Züchtung dahin wirken können, ein Thier unter einem zahlreichen Schwarm einer anderen Art für die Augen seiner Feinde verschwinden zu lassen, etwa einen weissen Pieriden unter einem Schwarme bunter Ithomien. Würden die ersten unerheblichen Abweichungen von der ursprünglichen weissen Färbung auch nur dadurch nützen, dass ihre Inhaber auf minder weite Entfernung hin die Aufmerksamkeit achtlos vorüberfliegender Feinde auf sich zögen, sie würden eben immerhin nützen und „ihre Inhaber concurrenzfähiger im Verhältniss zur Stammform machen“; sie würden mithin als Grundlage dienen können für die allmähliche Herausbildung einer Aehnlichkeit, die selbst die scharfen Augen der den Ithomienschwarm nach Beute durchspähenden Vögel zu täuschen im Stande wäre. Möglicherweise haben so die Weibchen der Perrhybris (Pieris) Pyrrha, deren Männchen jetzt eine vorwiegend weisse Oberseite haben, von einer weissen Stamm-

form aus ihre Heliconienähnlichkeit entwickelt, worin nach dem eben Gesagten gewiss keine „sehr schwer wiegende Schwierigkeit“ für die natürliche Züchtung zu erblicken wäre.

Handelte es sich in den erwähnten Fällen zunächst darum, das zu schützende Thier weniger auffallend aus seiner Umgebung hervortreten zu lassen, und konnte dies durch natürliche Auslese von jedem beliebigen Puncte aus erreicht werden, so stellt sich die Sache etwas anders in den Fällen, in welchen ein einzelner Gegenstand als Vorbild der schützenden Nachahmung diente, wie z. B. bei der Nachahmung einer Grabwespe (Pepsis), oder eines Laufkäfers (Cicindela) durch Heuschrecken (Scaphura, Phylloxyrtus). Hier ist allerdings von vornherein eine gewisse Aehnlichkeit der nachahmenden und der nachgeahmten Art unerlässlich; doch wird auch hier diese Aehnlichkeit, um dem Eingreifen der natürlichen Auslese als Anhalt dienen zu können, eben nur gross genug zu sein brauchen, um gelegentlich einen in der Ferne achtlos vorübereilenden Feind zu täuschen. Ein wie geringes Mass kaum angedeuteter Aehnlichkeit genüge, um gelegentlich einem Thiere das Leben zu retten, mag ein Fall beweisen, in welchem ich selbst der Betrogene war. Am Stamme einer Cassia, deren ausfliesender Saft die mannichfaltigsten Kerfe anlockt, pflegte vor einiger Zeit auch eine schwarze Wespe mit weissen Flügelspitzen sich einzufinden, deren Stich ich als besonders schmerzhaft fürchten gelernt hatte. Eines Tages traf ich nun an dem Stamme eine Wanze, die höchstens durch die blasseren Spitzen der Flügel an die Wespe erinnerte; als ich sie fassen wollte, hob sie die Flügel in ähnlicher Weise, wie Wespen zu thun pflegen; unwillkürlich zog ich die Hand einen Augenblick zurück und die Wanze entwischte.

Die Annahme einer so fernen anfänglichen Aehnlichkeit als Ausgangspunct für die Entstehung der Mimicry durch nanatürliche Zuchtwahl dürfte kaum in irgend einem der bekannten Fälle einem Bedenken unterliegen. Es ist dabei nicht ausser Acht zu lassen, dass die Scharfsichtigkeit der Feinde, auf die man sich berufen hat, um von vornherein einen erheblichen Grad von Aehnlichkeit zwischen nachahmender und nachgeahmter Art zu verlangen, ja doch auch eine erst allmählich im Kampfe ums Dasein erworbene Eigenschaft ist, die eben dadurch sich steigern musste, dass die verfolgten Arten durch schützende Färbung, durch Mimicry u. s. w. sich den minder scharfsichtigen

Verfolgern entzogen. Diese immer wachsende Klugheit und Scharfsichtigkeit der Verfolger erklärt einerseits die wunderbare Vollendung vieler natürlichen Nachahmungen, macht aber ebenso andrerseits die Annahme einer anfangs sehr geringen Aehnlichkeit um so unbedenklicher.

Nach diesen Vorbemerkungen wende ich mich zur Besprechung des einzigen mir bekannten Falles, für welchen man die Unmöglichkeit der Entstehung der Mimicry durch natürliche Zuchtwahl näher zu begründen versucht hat. Er betrifft die Leptalisarten des Amazonas, welche sich unter die Schwärme der Ithomien mengen und diese durch üblen Geruch und Geschmack geschützten Schmetterlinge aufs Täuschendste nachahmen. Ich will zunächst die betreffende „Ausstellung gegen die Tragweite der natürlichen Zuchtwahl" wörtlich hersetzen. [1])

„Gewisse weisse Schmetterlinge aus der Familie der Pieriden (Leptalis) ahmen diejenigen Arten der Heliconiden [2]), in deren Bezirk sie leben, so täuschend nach, dass man sie äusserlich fast nur durch die Structur der Füsse unterscheiden kann. Die copirten Heliconiden besitzen einen unangenehmen Geruch und Geschmack, welcher sie vor Verfolgungen der Vögel schützt, und da nur etwa eine Leptalis auf 1000 Heliconiden vorkommt, so reicht dieser Schutz für die ersteren vollkommen mit aus. Nun stehen sich aber beide Gattungen mindestens so fern, wie etwa Fleischfresser und Wiederkäuer unter den Vierfüssern, man kann sich daher leicht denken, eine wie grosse Zahl von Zwischenformen für den Uebergang nöthig war, wenn dieser nur durch Addition zufälliger Individualabweichungen erfolgen sollte. Flügel, Fühler und Abdomen haben sich verlängert, die Farben der nachgeahmten Arten von Gelb und Orange bis Braun und Schwarz werden bis auf die

[1]) Das Unbewusste, S. 10. 11.

[2]) Die von Leptalis nachgeahmten „Heliconiden" (Ithomia, Mechanitis u. s. w.) sind neuerdings und mit vollem Rechte aus der Gruppe der Heliconinen ausgeschieden und mit derjenigen der Danainen vereinigt worden. Die Gattungen Heliconius und Eueides, auf die man jetzt die Heliconinen beschränkt hat, enthalten, so viel mir bekannt, keine nachgeahmten, wohl aber verschiedene nachahmende Arten. So ist Eucides Pavana die gelungenste Nachahmung der so manchen anderen Schmetterlingen (Castnia acraeoides, Dyschema Amphissa, Leptalis sp.) als Vorbild dienenden Acraea Thalia.

Grade der Durchsichtigkeit und die Zeichnung der kleinsten Flecken und Streifen treulich copirt und selbst die Gewohnheiten sind derart modificirt, dass die Leptaliden dieselben Orte wie ihre Vorbilder besuchen und sogar dieselbe Flugart angenommen haben. — Es ist klar, dass die Aehnlichkeit nützlich ist, aber eben so klar, dass sie erst dann einen gewissen Schutz gewähren kann, wenn sie gross genug wird, um das scharfe Auge der Vögel zu täuschen. Es würde also bei der grossen Differenz der äusseren Erscheinung eine Zwischenstufe, welche immerhin dem Aussehn der Heliconiden schon näher steht als dem der Leptaliden, doch noch hinreichend deutliche Abweichungen von den Heliconiden zeigen, um von den Vögeln deutlich erkannt zu werden, also den Inhabern wenig oder gar nichts nützen, und jedenfalls würden solche Zwischenstufen, welche den gewöhnlichen weissen Pieriden noch näher stehen, als dem Aussehn der Heliconiden, in keiner Weise irgend welchen Schutz geniessen, also auch ihre Inhaber nicht concurrenzfähiger im Verhältniss zur Stammform machen.“ —

Wie man sieht, geht die ganze Beweisführung von der Voraussetzung aus, dass die Stammform der nachahmenden Leptalisarten ein „gewöhnlicher weisser Pieride“ gewesen sei. Wäre das erwiesen, so würde ich darin immer noch keine „sehr schwer wiegende Schwierigkeit“ für die Selectionstheorie sehen können; allein unbegreiflicherweise ist auch nicht mit einem Worte der Versuch gemacht, die Zulässigkeit und Wahrscheinlichkeit jener Voraussetzung zu prüfen. Weil sie mit den deutschen Weisslingen in dieselbe Familie gestellt wird, soll etwa deshalb die Stammform der südamericanischen Gattung Leptalis auch weiss gewesen sein? Aber fliegen nicht selbst in Deutschland neben dem Kohlweissling der Citronenvogel und gelbe Coliasarten? Mag mit einiger Wahrscheinlichkeit für die Gattung Pieris eine weisse Stammform annehmen dürfen, da sie neben gelben, rothen, schwarzen und bunten Arten doch auch fast in aller Welt weisse Vertreter hat, so lässt sich diese Annahme doch keineswegs auf alle Gattungen der Familie ausdehnen, z. B. schon nicht auf die deutschen Gattungen Gonepteryx und Colias, eben so wenig auf Terias, Callidryas, Euterpe, Pereute u. s. w., und am allerwenigsten auf die Gattung Leptalis, die „jedenfalls an die äusserste Peripherie der Pieriden gehört.“ (Herrich-Schaeffer.) Zu sehr Laie auf dem Gebiete der Schmetterlingskunde, um nicht meinem eigenen

Urtheile zu misstrauen, will ich noch einige bewährte Meister auf diesem Felde sich hierüber aussprechen lassen. „Ce genre," sagt Boisduval[1]) von Leptalis, „est assez anomal et il se pourrait que plus tard lorsque l'on connaîtra ses métamorphoses il constituât une tribu particulière près des Héliconides." „The neuration of the posterior wings," sagt Doubleday[2]) „and the five-branched subcostal nervure, with four of its nervules very short, running almost directly to the costa, the long slender abdomen, the elongate wings and other characters, bring this genus very near to the Heliconidae." Dass man der Stammform einer so abweichenden Gattung, deren Zugehörigkeit zur Familie noch nicht einmal über allen Zweifel erhaben ist[3]), nicht ohne Weiteres Farbe, Gestalt und Flugweise der „gewöhnlichen weissen Pieriden" beilegen darf, liegt auf der Hand. Es fehlt somit der ganzen obigen „Ausstellung gegen die Tragweite der natürlichen Zuchtwahl" die unentbehrlichste thatsächlichste Unterlage. Die versäumte Erörterung der Frage nach der Stammform der nachahmenden Leptalisarten würde schwerlich auf einen „gewöhnlichen weissen Pieriden", sie würde wahrscheinlich auf den Heliconinen und heliconier-ähnlichen Danainen im Aussehen ziemlich nahe stehende Schmetterlinge hingeführt haben.

Versuchen wir das Versäumte nachzuholen. Von den 65 Leptalisarten, die Kirby in seinem Verzeichnisse der Tagfalter aufzählt[4]), überschreiten freilich nur wenige den südlichen Wendekreis; es sind mir hier, unter 27° S. B., nur fünf Arten vorgekommen und nur von vier kann ich sagen, dass ich sie kenne, da ich die fünfte (Leptalis Thermesia) nur zwei oder dreimal gesehen habe. Die vier häufigeren Arten sind indess wie eigens für die Erörterung der Frage nach ihrer

[1]) Boisduval, Species général des Lépidoptères. Tom. I. 1836. p. 412.

[2]) Doubleday et Hewitson, Genera of Diurnal Lepidoptera, pag. 36.

[3]) Stoll hat als Raupe der Leptalis Amphene eine Raupe abgebildet, die kaum einer anderen Familie, als derjenigen der Danaiden angehören kann. Möglich, dass Stoll in diesem Falle die Leptalis mit ihrem Vorbilde verwechselt und die Raupe des letzteren als die der ersteren abgebildet hat. Ist die betreffende Raupe wirklich die der Leptalis, so würde man, trotz ihrer entwickelten Vorderfüsse und zweispaltigen Fussklauen, kaum an der nahen Verwandtschaft dieser Gattung mit den von so vielen ihrer Arten nachgeahmten heliconierähnlichen Danainen zweifeln können.

[4]) Kirby, A synonymic catalogue of Diurnal Lepidoptera. 1871. p. 432.

Stammform ausgelesen und so lässt sich vielleicht trotz ihrer so dürftigen Zahl eine leidlich sichere Antwort hoffen. Eine unserer Arten, Leptalis Melia, trägt ihr eigenes Gewand (hat wenigstens unter den hiesigen Schmetterlingen kein Vorbild); die drei übrigen sind nachahmende Arten und haben ihre Vorbilder in eben so viel verschiedenen Familien. Leptalis Astynome trägt die Maske eines heliconier-ähnlichen Danainen, der Mechanitis Polymnia var. Lysimnia. Eine Art, deren Namen ich nicht erfahren konnte [1]), und die im Folgenden als Leptalis Thalia bezeichnet werden mag, ist eine so gute Nachahmung der Acraea Thalia, dass mir ihre Flügel als die einer unbekannten Acraea bestimmt wurden. Von Leptalis Melite endlich ahmt das Weibchen einen „gewöhnlichen weissen Pieriden", die Daptonoura Lycimnia (Pieris Flippantha) nach.

Beginnen wir mit dem, was in der obigen Ausstellung als letzte und höchste Leistung der Mimicry betrachtet zu werden scheint: „selbst die Gewohnheiten sind derart modificirt, dass die Leptaliden dieselben Orte wie ihre Vorbilder besuchen und sogar deren Flugart angenommen haben." Vollständiger hätte der Sachverhalt nicht auf den Kopf gestellt werden können. Das Besuchen derselben Orte ist ja selbstverständliche nothwendige Vorbedingung der Mimicry; nie findet sich ein Thier von einer anderswo lebenden Art nachgeahmt. Hätten die nachahmenden mit den nachgeahmten Arten nicht von vornherein an denselben Orten gelebt, dann würde allerdings die Nachahmung nicht durch natürliche Zuchtwahl und wohl überhaupt nicht naturwissenschaftlich zu erklären sein; wir würden Herrn Eduard Hartmann mit seinem wunderthätigen hellsehenden Unbewussten zu Hülfe rufen müssen. Was aber die Flugart betrifft, so sind doch wohl nicht deshalb die Leptalis schlechte Flieger geworden, weil sie dadurch den schlecht fliegenden Ithomien ähnlicher nnd besser gegen Feinde geschützt wurden; sondern umgekehrt ist deshalb für sie das Verstecken hinter eine schützende Maske zur Nothwendigkeit geworden, weil sie so jämmerliche Flieger sind. Ein Schmetterling mit dem kräftigen Flügelschlage einer Prepona kann getrost sein eigenes glänzendes Blau zur Schau tragen.

---

[1]) Die Namen der anderen Arten, wie der übrigen hier genannten Schmetterlinge danke ich der Güte des Herrn Dr. A. Gerstaecker in Berlin.

Nachahmende Arten stehen natürlich immer zwischen ihrer Stammform und ihrem Vorbilde; sie können nicht über letzteres hinausgehen. Nicht selten beschränkt sich die Nachahmung auf die Weibchen, oder ist doch bei diesen besser durchgeführt. Wo also merkliche Geschlechtsverschiedenheiten bei nachahmenden Arten vorkommen, wird man folgende Reihe haben: Stammform, Männchen, Weibchen der nachahmenden Art, nachgeahmte Art. Das gibt einigen Anhalt für die Ermittelung der Stammform.

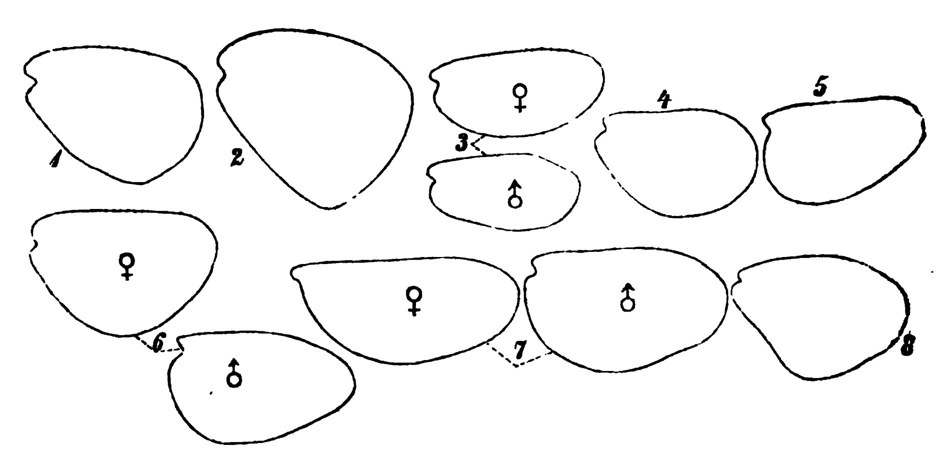
Nun zeigt ein einziger Blick auf die Abbildung der Leptalis Amphione [1]) oder besser noch der Leptalis Eunoë [2]), dass der Schnitt ihrer Vorderflügel nicht etwa mitten inne steht zwischen dem von Pieris und dem von Ithomia oder Mechanitis, und nach Doubleday [3]) sind bei Leptalis „im Allgemeinen die Vorderflügel der Männchen kleiner und mehr sichelförmig oder spitz, als die der Weibchen". In Bezug auf die Vorderflügel wird sich im Allgemeinen folgende Reihe herausstellen: Pieris, Ithomia, Leptalis ♀, Leptalis ♂. — Darnach würde man als Stammform der nachahmenden Leptalisarten nicht etwa einen „gewöhnlichen weissen Pieriden", sondern eher einen Schmetterling vermuthen, der im Flügelschnitt mehr noch, als die Heliconier sich von Pieris entfernt. — Doch fassen wir unsere hiesigen nachahmenden Leptalisarten etwas schärfer ins Auge; vergleichen wir sie einerseits mit ihrem Vorbilde, andrerseits mit der nicht nachahmenden Leptalis Melia und einem „gewöhnlichen weissen Pieriden", etwa der Pieris Aripa oder der Daptonoura Lycimnia, um zu sehen, nach welcher Seite hin wir wohl die Stammform zu suchen haben.

Besonders eigenthümlich ist bei Leptalis Melia die Gestalt der Hinterflügel, ihre grösste Breite liegt bei dieser Art ganz in der Nähe der Flügelwurzel, bei Pieris Aripa und Daptonoura dagegen fast am Ende des Flügels. Vergleicht man nun die Hinterflügel dieser Arten mit denen unsrer übrigen Leptalis und ihrer Vorbilder, so ergeben sich folgende Reihen:

---

[1]) Boisduval, Species général de Lépidoptères. Tome I. pl. 18, fig. 2.
[2]) Doubleday et Hewitson, Genera of Diurnal Lepidoptera. Tab. V, fig. 3.
[3]) Doubleday et Hewitson, a. a. O. pag. 36.

1. Pieris oder Daptonoura. Mechanitis Lysimnia. Leptalis Astynome ♀ Leptalis Astynome ♂. Leptalis Melia.
2. Pieris oder Daptonoura. Acraea Thalia. Leptalis Melia.
3. Pieris oder Daptonoura. Leptalis Melite ♀. Leptalis Melite ♂. Leptalis Melia.



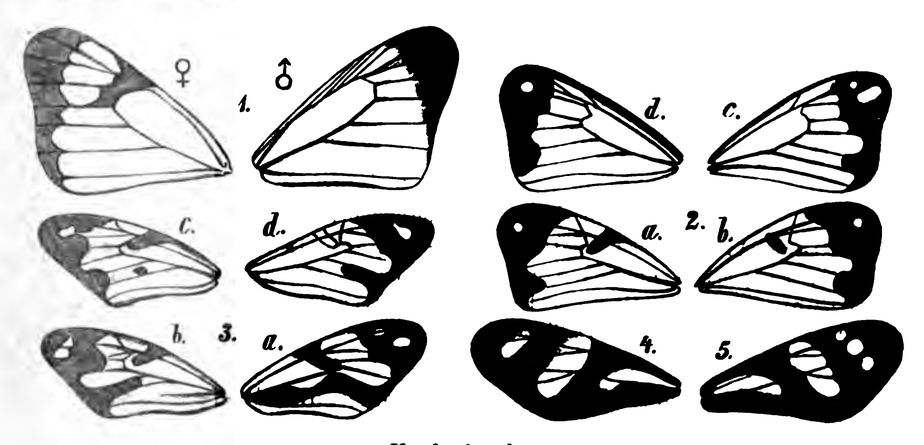
Umrisse von Hinterflügeln:

1. Pieris Aripa Boisd. 2. Daptonoura Lycimnia Cram. 3. Mechanitis Polymnia Linn. var. Lysimnia Fabr. 4. Acraea Thalia L. 5. Leptalis Melia Godt. 6. Leptalis Melite L. 7. Leptalis Astynome Dalm. 8. Leptalis Thalia.

Die Endpuncte der Reihen sind immer dieselben: einerseits Pieris und Daptonoura, andrerseits Leptalis Melia; die nachahmenden Arten stehen immer zwischen letzterer und ihrem Vorbilde, und zwar, wo ein auffallender Unterschied der Geschlechter sich findet, die Weibchen näher dem Vorbilde, die Männchen näher der Leptalis Melia. In Bezug auf die Gestalt der Hinterflügel darf man daher mit voller Zuversicht aussprechen, dass die Stammform unsererer nachahmenden Arten nicht den „gewöhnlichen weissen Pieriden", sondern vielmehr der am entgegengesetztesten Ende der Reihe stehenden Leptalis Melia ähnlich gewesen sei.

Zu dem gleichen Ergebniss führt die Vergleichung der Gestalt der Vorderflügel. Besonders lehrreich ist hier Leptalis Melite. Die Männchen (Fig. 3) haben noch ziemlich

den Flügelschnitt der Leptalis Melia (Fig. 4); einzelne Weibchen (Fig. 2 d) haben fast schon die Flügelform ihres Vorbildes, der Daptonoura Lycimnia (Fig. 1) erreicht, während andere (Fig. 2 a) sehr merklich dahinter zurückbleiben. Selbst das Flügelgeäder bleibt von dieser Umwandlung des Flügelschnitts nicht unberührt. Bei Leptalis Astynome, Thalia und Melia entspringen die vier Aeste, die von der Subcosta zum Vorderrande gehen (8, 9, 10 und 11 nach Herrich-Schaeffer), sämmtlich jenseits der Flügelzelle; ebenso bei Leptalis Melite♂, obwohl einer der Aeste (11) oft schon dicht an die Zelle heranrückt; ebenso auch noch bei denjenigen Weibchen, die den Männchen im Flügelschnitt näher stehen; bei denjenigen Weibchen aber, deren Vorderflügel am meisten der Daptonoura sich nähern, pflegt jener Ast (11) vor dem Ende der Zelle oder doch an deren Ende abzugehen.



Vorderflügel:
1. Daptonoura Lycimnia Cram. 2. Leptalis Melite L. ♀. 3. Leptalis Melite L. ♂ 4. Leptalis Melia Godt. 5. Leptalis Thalia.

Von der Form wenden wir uns zur Zeichnung der Flügel. Leptalis Thalia steht in dieser Beziehung mitten inne zwischen ihrem Vorbilde, Acraea Thalia, und Leptalis Melia; mit letzterer stimmt sie fast vollständig in der Zeichnung der Vorderflügel (Fig. 4 und 5), mit ersterer in der der Hinterflügel überein. Leptalis Melite, bei der wir schon im Flügelschnitt ein gewisses Schwanken bemerkten, zeigt sich weit mehr noch in der Flügelzeichnung als noch im Werden begriffene, unfertige, noch nicht zur Ruhe gekommene Art. Von

Männchen (Fig. 3 a), die sich in der Zeichnung der Vorderflügel noch ziemlich eng an Leptalis Melia (Fig. 4) anschliessen, bis zu Weibchen (Fig. 2), die schon der Daptonoura (Fig. 1) ganz nahe kommen, findet man eine eng geschlossene Reihe von Uebergängen, aber unter vielen Dutzenden von Thieren oft kaum zwei gleich gezeichnete. Der Fortschritt der Zeichnung hält mit dem des Flügelschnittes nicht immer gleichen Schritt; so zeigen die in der Gestalt vorgeschrittensten Flügel (Fig. 2 c und d) oft noch in der dunkeln Vorderecke ansehnliche helle Flecke, die bisweilen bei anderen in der Gestalt dem Vorbilde ferner stehenden (Fig. 2 a, b) schon fast oder selbst völlig verschwunden sind. Was sich aus der Vergleichung des Flügelschnittes in Betreff der Stammform ergeben hatte, wird durch die Betrachtung der Zeichnung nur bestätigt.

Endlich die Färbung. Bei Leptalis Melia ist die Oberseite der Flügel dottergelb und schwarz; auf den Vorderflügeln herrscht das Schwarz, auf den Hinterflügeln das Gelb vor. Bei den Männchen der Leptalis Melite finden wir dieselben beiden Farben; aber das Schwarz tritt mehr zurück, in sehr verschiedenem Grade bei verschiedenen Thieren (Fig. 3 a—d), und das Gelb ist ein weit matteres unreines Citronengelb; bei den Weibchen dieser Art zeigt die Oberseite der Flügel fast genau dasselbe unreine Weiss, wie ihr Vorbild, Daptonoura Lycimnia. Bei Leptalis Thalia schwankt wie bei ihrem Vorbilde, Acraea Thalia, die Farbe innerhalb ziemlich weiter Grenzen; sie kommt der des Vorbildes täuschend nahe, ist jedoch meist weniger gesättigt und pflegt einen Stich ins Gelbliche zu zeigen; bisweilen sieht es aus, als ob auf gelben Grund die Farbe der Acraea aufgepinselt worden wäre. Einmal fing ich mitten im Winter (28. Juli), wo sonst weder Acraea noch Leptalis flogen, eine vereinzelte Leptalis Thalia, bei der die helleren Stellen der Hinterflügel rein schwefelgelb, die der Vorderflügel weisslich gelb waren. — So weist auch die Färbung nicht auf einen „gewöhnlichen weissen Pieriden", sondern auf einen gelb und schwarzen Schmetterling als Stammform der nachahmenden Leptalisarten hin.

Die Vorfahren der jetzt unter der Maske anderer Gattungen auftretenden Leptalisarten haben ohne Frage schon als sie noch ihr eigenes Gewand trugen, mehrere vielleicht in Zeichnung und Farbe ziemlich verschiedene Arten gebildet, für die wir jedoch den schmächtigen Leib, die langen schmalen Vorderflügel, die

nahe der Wurzel sehr breiten Hinterflügel und eine hauptsächlich in Schwarz und Gelb ausgeführte, in ähnlicher Weise, wie bei den heliconierähnlichen Danainen angeordnete Zeichnung mit leidlicher Wahrscheinlichkeit als gemeinsame Eigenthümlichkeiten annehmen dürfen.

Leptalis dürfte also jedenfalls kein glücklich gewähltes Beispiel sein, um darauf eine „Ausstellung gegen die Tragweite der natürlichen Zuchtwahl" zu begründen, und ich bezweifle, dass andere Fälle schützender Aehnlichkeit sich besser dazu eignen würden. Eine andere Frage ist es, ob alle Fälle von Mimicry, namentlich bei den Schmetterlingen, als schützende Aehnlichkeit aufzufassen sind, und ob nicht vielleicht bei diesen mit so ausgeprägtem Farbensinn begabten Thieren die geschlechtliche Auslese bisweilen zur Nachahmung eines augenfälligen schönen Vorbildes geführt habe. Doch auch in letzterem Falle, dessen Vorkommen mir nicht unwahrscheinlich ist, würden wir uns nicht nach „bis jetzt unbekannten Ursachen" umzusehen brauchen.

Itajahy, April 1875.

Aeglea Odebrechtii n. sp.

Von

Fritz Müller.

Hierzu Tafel I.

In den Bächen, die von der Serra do Mar ostwärts dem Itajahy, westwärts dem Rio das Marombas und durch ihn dem La Plata zufliessen, lebt auf sandigem Grunde ein flinker, flacher Krebs; stellenweise so häufig, dass sich um ins Wasser gehängtes Fleisch in kurzem ihrer 20 bis 30 sammeln. Durch die Güte des Entdeckers, des Herrn Emil Odebrecht, erhielt ich ein (wie er mir sagte, etwa halbwüchsiges) Männchen, und selten hat mich ein Thier mehr überrascht. Denn der nächste Verwandte dieses in den Gebirgsbächen nahe der Ostküste von Südamerica hausenden Krebses lebt im Meere an der Westküste; es ist die Aeglea laevis, die nach der von Milne Edwards gegebenen Beschreibung [1]) kaum von unserm Gebirgskrebs zu unterscheiden ist. — In süssem Wasser ist wohl überhaupt aus der ganzen Abtheilung der Anomuren noch keine Art gefunden, und ebenso von den nächstverwandten meerbewohnenden Gattungen (Galathea und den davon abgetrennten Pleuroncodes Stimps., Munida und Grimothea) noch keine an der Ostküste von Südamerica. — Wie kommt nun diese Krebsform des Stillen Meeres auf unsere Berge? —

Schon seines Vorkommens willen ist dieser Krebs wohl der Beschreibung werth.

Von oben betrachtet (Fig. 1) bildet der Umriss des Körpers eine ziemlich regelmässige Ellipse, die reichlich um die Hälfte länger als breit ist, und deren Vorderende in drei Zähne, einen längeren mittleren und zwei kürzere seitliche ausläuft. Die

---

[1]) Hist. nat. des Crustacés. II, S. 258.

beiden vorderen Drittel dieser Ellipse nimmt die Kopfbrust, das hintere der Anfang des Hinterleibes ein, dessen Schwanzende nach unten umgeschlagen ist. Der Panzer ist flach, mit tiefer, sehr augenfälliger Nackenfurche versehen. Seine Rückenwand stösst mit den Seitenwänden in scharfen Seitenkanten zusammen. Der Vorderrand ist mit einem geraden, auf der Oberseite gekielten Stirnschnabel und mit einem Zahne an jeder Seitenecke bewehrt; zwischen beiden liegt jederseits eine Augenbucht, über die der Stirnschnabel etwa doppelt so weit (4 Mm.) vorspringt, als die Seitenzähne. Am Seitenrand des Panzers sieht man ausserdem noch zwei kleine, kaum über denselben vorspringende Zähne, den einen dicht hinter der Nackenfurche, den anderen weiter nach vorn, etwa um die Hälfte weiter von dem hinteren Zahne, als von der Vorderecke entfernt. Der Hinterrand des Panzers ist seicht ausgebuchtet. Die Oberfläche des Panzers ist mit kleinen Grübchen ziemlich dicht bestreut, im Uebrigen glatt und ohne auffallende Erhabenheiten; nur im vorderen Theile des Kopfgürtels (arceau céphalique M. Edw.) liegen jederseits hinter der Augenbucht zwei flache Buckel hinter einander, der hintere der Mittellinie etwas näher. Länge des Panzers (bis zur Spitze des Stirnschnabels): 23 Mm.; Breite zwischen den Vorderecken: 7,5 Mm.; zwischen den Vorderecken des Schultergürtels (den hinteren Seitenzähnen): 16 Mm.; in der Mitte des Schultergürtels: 20 Mm., am Hinterende: 18 Mm. — Die von den scharfen Seitenkanten schief nach unten und innen steigenden Seitenwände des Panzers haben ihre grösste Breite (7 Mm.) an der hinteren Ecke des Mundrahmens; von da verschmälern sie sich allmählich nach hinten (bis auf 2 Mm.), rasch nach vorn, wo der Rand des Mundrahmens auf die Vorderecke zuläuft, aber durch eine tiefe Bucht, in der das erste Glied der äussern Fühler liegt, davon getrennt ist. (Fig. 4.)

Furchen und Nähte des Panzers. Die Nackenfurche (sillon cervical M. Edw.) fällt nicht mit der Grenznaht zwischen Kopf- und Schultergürtel zusammen; sie berührt dieselbe nur auf kurze Strecken und liegt sonst vor derselben, also auf dem Kopfgürtel. Ihr mittlerer, sehr tief eingedrückter Theil bildet einen nach vorn offenen Halbkreis und verbindet sich durch eine flachere und etwas breitere Stelle mit den wieder tief eingedrückten, gradlinig zum Rande laufenden Seitentheilen. — Auf dem Schultergürtel laufen zwei etwas gebogene, sehr augenfällige Furchen von dessen Vorderrande nach hinten, aber nicht

bis zum Hinterrande, sondern nur bis zu einer nahe an demselben hinziehenden, nicht minder tiefen Furche. Alle diese Furchen sind nicht etwa Nähte, in denen ursprünglich getrennte Stücke des Panzers zusammenstossen, sondern vielmehr durch den Ansatz verschiedener Theile an dessen Innenseite bedingte Eindrücke. Nähte sind dagegen unverkennbar schmälere Linien, die flach, aber scharf eingedrückt auf der Aussenfläche, schwach vorspringend auf der Innenfläche des Panzers verlaufen und als helle Linien erscheinen, wenn man den Panzer gegen das Licht hält.

Die Naht, welche Kopf- und Schultergürtel scheidet, fällt in ihrem mittleren Theile mit der Nackenfurche zusammen; wo diese sich nach vorn krümmt, geht jene ziemlich gerade nach aussen weiter bis etwa halbwegs zwischen Mittellinie und Seitenrand und geht dann in schwach nach vorn gewölbtem Bogen schief nach vorn zum Seitenrande, wo sie wieder mit der hier endenden Nackenfurche zusammentrifft; darauf läuft sie auf der Seitenwand des Panzers schief nach vorn, um im Grunde der Fühlerbucht zu enden. (Fig. 4.) — Der Kopfgürtel zeigt keine deutlichen Nähte. Um so zahlreicher sind sie auf dem Schultergürtel. Zunächst wird ein mittleres, etwa ein Drittel der Breite einnehmendes Rückenfeld abgegrenzt durch zwei nach aussen von den Längsfurchen in gerader Linie vom vordern zum hintern Rande des Schultergürtels verlaufende Nähte. Dieselben laufen bis zum Hinterrande selbst, nicht blos, wie die Längsfurchen, bis zur hinteren Randfurche. Etwas nach aussen von diesen Längsnähten entspringt von der vorderen Quernaht, da wo sich diese schief nach vorn wendet, eine schief nach aussen und hinten zur Mitte der Seitenkante des Schultergürtels verlaufende Naht, welche die Seitentheile des Rückens in ein dreieckiges vorderes und ein viereckiges hinteres Feld scheidet. Als besonderes Stück ist von dem vorderen Felde der Schulterzahn durch Naht abgegrenzt. Nach aussen ist das vordere Seitenfeld begrenzt durch eine Naht, die vom Schulterzahne aus dicht an der Seitenkante sich hinzieht; am Anfang des hinteren Seitenfeldes geht diese Naht vom Rücken auf die Seitenwand über und läuft hier in der Nähe der Seitenkante bis zum Hinterrande. So gehört von der Seitenkante des Schultergürtels der vordere Theil der Seitenwand, der hintere der Rückenwand an.

Auf den Seitenwänden (Fig. 4) wird zunächst ein schmaler,

über den Füssen liegender Streifen durch eine Längsnaht abgesondert, die kurz vor dem Hinterende mit der das hintere Seitenfeld des Rückens nach aussen begrenzenden Naht zusammenfliesst, so dass das hintere, etwas breitere, abgerundete Ende jenes Streifens unmittelbar an die Rückenwand stösst. Ausserdem finden sich zwei Quernähte. Die vordere geht von der hinteren Ecke des Schulterzahnstückes schief nach hinten und trifft über dem ersten Paare der Lauffüsse die Längsnaht; die hintere begrenzt nach vorn ein kleines dreieckiges, zwischen Rückenwand und den unteren Längsstreifen der Seitenwand eingetheiltes Feldchen.

Der Panzer unserer Aeglea ist in hohem Grade merkwürdig dadurch, dass an ihm neben einander und beide in ungewöhnlicher Deutlichkeit ausgeprägt, die Nackenfurche und die Grenznaht zwischen Kopf- und Schultergürtel sich finden, und dass ebenso auf letzterem ein Mittelfeld durch Längsfurchen und gleichzeitig ein anderes durch Längsnähte abgegrenzt wird. Dieselben Nähte finden sich nach Milne Edwards[1]) unter anderen bei Birgus latro; dieselben oder ähnliche Furchen mehr oder minder deutlich bei vielen Krabben und Krebsen. Dass man nun aber nicht ohne Weiteres, wie man zu thun pflegt, Furchen und Nähte als einander entsprechend betrachten darf, dass man keineswegs immer gleichwerthige Abschnitte erhält, wenn man z. B. einmal einen „sulcus cervicalis", ein andermal eine „sutura cervicalis" als Grenze zwischen Kopf- und Schultergürtel annimmt, beweist das gleichzeitige Vorhandensein von Naht und Furche bei Aeglea.

Ich kehre zur Beschreibung meines Krebses zurück. Augenhöhlen sind selbst nicht in der unvollständigen Weise, wie sie bei Porcellana vorkommen, vorhanden; die kurzen Augenstiele sind schief vorwärts gerichtet. Die inneren Fühler sitzen unter und hinter den Augenstielen (Fig. 3), ihr kurzes dickes, nach dem Ende zu breiteres Grundglied trägt keinerlei Dornen oder Zähne; das zweite Glied sitzt an der inneren vorderen Ecke des ersten, ist schlank, walzenförmig, leicht gebogen, überragt kaum die Augen und legt sich in der Ruhe zwischen Augenstiele und Stirnschnabel; das dritte ist etwas kürzer und wird nach unten eingeschlagen; von den Endgeisseln ist die dickere (13 gliedrig) etwa so lang, als das dritte Glied des

[1]) Annal. des Sc. nat. 3. Série. Zoolg. XVI. fol. 8, pag. 2.

Stieles, die andere (10 gliedrig) kürzer. Der Stiel der äusseren Fühler ist viergliedrig; das erste Glied ist unbeweglich und seine Umgrenzung kaum deutlich zu erkennen; der diesem Gliede eigenthümliche Höcker liegt nahe der vorderen Ecke des Mundrahmens, seine Oeffnung ist nach hinten gerichtet. Das zweite Glied liegt in derselben Querlinie mit dem Grundgliede der inneren Fühler; aussen trägt es einen durch Naht deutlich abgesetzten spitzen, kegelförmigen Vorsprung (Fig. 4), wahrscheinlich ein Ueberbleibsel des äusseren Astes (der Schuppe des Garneelenfühlers); es ist wie das folgende Glied dick und kurz; das vierte Glied ist weit dünner, walzenförmig, etwa so lang, wie die beiden vorigen zusammen. Die vielgliedrige, unbehaarte Geissel ist 34 Mm. lang.

Der Mundrahmen (cadre buccal) ist vorn um die Hälfte breiter als hinten (Fig. 3) und nicht durch scharfe Grenzen von dem vorderen Mundschilde (Epistom) geschieden. Die inneren Mundtheile übergehe ich, da ich sie nicht mit denen der nächstverwandten Gattungen vergleichen kann. Die äusseren Kieferfüsse (Fig. 5) reichen ausgestreckt etwa bis zur Spitze des Stirnschnabels; das zweite Glied des inneren Astes ist ohne blattförmigen Vorsprung nach innen, dreikantig, die innere vordere Kante bewimpert, die innere hintere Kante mit einer Reihe kegelförmiger Zähne bewehrt (wie bei den ächten Galathea im Sinne von Stimpson); das dritte Glied etwa von Länge des zweiten, nicht breiter als das kurze vierte; das fünfte Glied walzenförmig, länger als seine Nachbarn.

Die Brustplatte bildet ein gleichschenkliges Dreieck mit nach vorn gerichteter Spitze, dessen Grundlinie (10 Mm.) fast der Höhe (12 Mm.) gleich kommt. Die Grenzen der fünf Stücke, durch deren Verschmelzung sie gebildet ist, sind durch breite, seichte Furchen bezeichnet. An den Hinterecken jedes dieser Stücke springen Gelenkhöcker vor für die betreffenden fünf Fusspaare (äussere Kieferfüsse, Scheerenfüsse und drei Paar Lauffüsse). Der Hinterrand hat eine breite, flache, vorn geradlinige Bucht, in die sich der letzte freie Brustring einlegen kann.

Die Scheerenfüsse sind von mässiger Länge (möglichst gestreckt 30 Mm.), kräftig, mehr nach vorn als nach aussen gerichtet, nach unten sich einschlagend; die linke Scheere ein wenig stärker, als die rechte. Oberarm dreikantig, die innere kürzeste Kante mit fünf spitzen Zähnchen bewehrt; winzige

Zähnchen an der Endhälfte der beiden anderen Kanten, die obere die längste (7 Mm.). Vorderarm weit kürzer als der Oberarm, innen 5 Mm. lang; Vorder- und Hinterrand nach aussen fast in einen Punct zusammenlaufend. Innenrand stark gewölbt, mit 5 Zähnen, von denen der vierte der längste; oben trägt der Vorderarm eine aus kleinen Höckern gebildete, dem Innenrand gleichlaufende Leiste, unten zwei Zähne. Hand, links: 14 Mm. lang, 11 breit, 5 dick; rechts: 14 Mm. lang, 9 breit, 4 dick. Obere Fläche körnig rauh, ohne Zähne oder Dornen; der kurze Innenrand fast halbkreisförmig vorspringend, fein sägezähnig; untere Fläche mit einer von der Spitze zum äusseren Gelenkhöcker laufenden, aus verschmelzenden Höckern gebildeten Leiste. Greifrand in seinem oberen Theile schwach löffelförmig ausgehöhlt, darunter mit einer zahnartig vorspringenden dreieckigen Fläche (diese an der linken Hand weit stärker). Oberer Rand der löffelförmigen Aushöhlung fein gekerbt (links) oder gezähnelt (rechts); an der rechten Scheere setzt sich diese Zähnelung auch auf den Rand des zahnartigen Vorsprungs fort. Daumen 8 Mm. lang, ziemlich gerade, sein Greifrand dem des feststehenden Fingers ähnlich.

Die drei Paar Lauffüsse sind schlank, schwach zusammengedrückt, keins ihrer Glieder verbreitert; sie sind unbewehrt, nur die Kanten mit besser fühlbaren als sichtbaren, endwärts gerichteten Dörnchen oder Börstchen besetzt. Das Klauenglied fast so lang als die beiden vorhergehenden zusammen, dünn, nur schwach gebogen, in eine harte scharfe Spitze auslaufend. Möglichst gestreckt sind die vorderen Lauffüsse 30 Mm. lang, (Oberschenkel 9, Unterschenkel 4, Fussglied 5, Klauenglied 7 Mm.), die mittleren 29 Mm., die hinteren 27 Mm.

Die Putzfüsse (Fig. 7) sind sehr beweglich an dem ebenfalls sehr beweglichen freien letzten Brustringe eingelenkt; das erste dicke kurze Glied ist fast ganz häutig und trägt nach innen die Ruthe (Fig. 7, r); dann folgen vier dünne langstreckige Glieder, von denen in der Ruhe das erste schief nach hinten und aussen, das zweite, längste (Oberschenkel) schief nach vorn und aussen, das dritte und vierte (Unterschenkel und Fussglied) gerade nach innen gerichtet sind, so dass die Spitze des Fussgliedes die Ruthe von unten deckt. Ein deutlich abgesetztes Fingerglied konnte ich nicht unterscheiden; ich sah nur am Ende des Fussgliedes zwei rundliche mit je einer Reihe zierlicher Zähnchen besetzte Höcker (Fig. 8) oder Knöpfchen,

als dürftige Reste der Scheerenfinger an den Putzfüssen der verwandten Gattungen.

Der Hinterleib (Fig. 2) ist gross und kräftig, reichlich so lang, als die Kopfbrust; er lässt sich nicht völlig ausstrecken; sein hinteres Ende ist nach unten geschlagen, wobei die Grenze zwischen viertem und fünftem Ring den hinteren Rand bildet. Von der Brust wird durch den nach unten geschlagenen Schwanz nur der letzte freie Ring mit Putzfüssen und Ruthe bedeckt. Der Rücken der vorderen Ringe ist gewölbt (Höhe des Bogens fast $^1/_3$ der Sehne), der des Schwanzes flach. Die Breite sinkt vom 2. bis 6. Ring von 17 auf 11 Mm.

Die Rückenplatte des ersten Ringes ist sehr kurz; ihr gewölbter Vorderrand passt in die seichte Bucht am Hinterrande des Panzers. Dieser Ring ist der einzige, dessen Bauchseite durch einen dünnen, queren, verkalkten Stab gestützt ist; die Bauchseite der übrigen ist ganz häutig; am zweiten Ring fand ich ihren mittleren Theil beutel- oder bruchsackartig vorgetrieben.

Am zweiten bis sechsten Ringe sind die Seitenstücke der Rückenplatte durch sehr augenfällige Furchen vom Mittelstücke geschieden; die Seitenstücke des zweiten Ringes haben einen 4 Mm. langen Seitenrand, die der folgenden laufen in eine schwach vorwärts gebogene Spitze aus; ihr zugeschärfter, eingebogener Vorderrand legt sich unter den gewölbten Hinterrand des vorhergehenden; am sechsten Ring ist der Hinterrand der Seitenstücke gerade. Der 2. bis 5. Ring sind etwa gleich lang (3 Mm.), der 6. und 7. länger (5 Mm.). Am sechsten Ringe nehmen die Seitenstücke nur etwa $^2/_3$ der Länge ein; das vierte Drittel bleibt für die Einlenkung der Schwanzfüsse.

Der siebente Ring ist in seiner vorderen Hälfte ziemlich gleich breit (7 Mm.); dann laufen die Seitenränder bogig nach dem schwach eingekerbten Hinterende zusammen; in der Mittellinie dieses Ringes verläuft eine seichte Furche. Der Hinterrand ist bewimpert.

Die fünf ersten Hinterleibsringe sind vollkommen anhanglos; der sechste trägt die blattförmigen Schwanzfüsse, die mit dem siebenten Ringe eine sehr ansehnliche (etwa 22 Mm. breite, 10 Mm. lange) Flosse bilden.

Das Grundglied der Schwanzfüsse ist von ansehnlicher Grösse, dreieckig; sein Vorderrand legt sich dem Seitenstücke des 6. Ringes an, überragt dasselbe etwas, und reicht, wenn der

Schwanz eingeschlagen ist, bis zur Spitze des Seitenstücks des 5. Ringes; der Innenrand schiebt sich unter den vorderen Theil des 7. Ringes; der Augenrand trägt in seiner vorderen Hälfte die beiden Endblätter; diese sind von nahezu gleicher Grösse und Gestalt, eiförmig, 7 Mm. lang, das vordere (äussere, untere) 3,5 Mm., das hintere (innere, obere) 4 Mm. breit. Aussen und hinten sind sie bewimpert. Eine Quernaht zeigt keines der Blätter, dagegen die Oberseite des inneren einen fast bis zum Ende desselben zu verfolgenden Kiel.

Die Kiemen, die bei Porcellana und nach Milne Edwards[1]) auch bei Galathea die gewöhnliche Form der Krabbenkiemen haben, zeigen bei unserer Aeglea einen ganz eigenthümlichen Bau (Fig. 9, 10); jede Kieme besteht aus einem schmalen Blatt, das nahe seinem unteren Ende angeheftet und an seinem freien äusseren Rande dicht mit langen Fäden besetzt ist. Nach beiden Enden des Blattes zu werden die Fäden kürzer. Es scheinen stets drei Reihen von Fäden vorhanden zu sein, eine mittlere, eine hintere, deren Fäden ein wenig kürzer, und eine vordere, deren Fäden weit dünner und nur etwa $^1/_3$ so lang sind, als die der mittleren Reihe. Der fadenlose innere Rand der Kieme legt sich der Leibeswand an, die Fäden sind nach vorn gerichtet, so dass die hinteren Kiemen die vorderen decken. Von hinten beginnend, findet man zuerst zwei grössere, dann eine etwa dreimal so kleine Kieme, und so wechseln immer zwei grosse mit einer kleinen Kieme. Im Ganzen zählte ich jederseits zwölf. (Für Porcellana gibt Milne Edwards vierzehn an; möglich, dass mir beim Herausnehmen der Mundtheile ein paar winzige vordere Kiemen unbemerkt verloren gegangen.)

Vergleicht man diese Beschreibung der Aeglea unserer Gebirgsbäche, die ich nach ihrem Entdecker Aeglea Odebrechtii nenne, mit der Beschreibung, die Milne Edwards[2]) von der chilenischen Aeglea laevis gibt, so findet man kaum folgende Unterschiede:

Der Panzer der Aeglea laevis ist viel länger als breit, der Hinterleib weniger lang als der Panzer, sein siebenter

[1]) Hist. nat. des Crustacés. I, S. 83.

[2]) a. a. O. II, S. 259.

Ring klein, mit den auf sehr langem Grundgliede sitzenden Blättern der Schwanzflosse keinen Fächer bildend. Bei Aeglea Odebrechtii ist weder der siebente Hinterleibsring auffallend klein im Vergleich mit Galathea und Porcellana, noch das Grundglied der Schwanzfüsse auffallend lang im Vergleich mit Galathea strigosa.[1]) Ferner ist bei Aeglea laevis der Stirnschnabel leicht gekrümmt und die Hand der Scheeren oben mit mehreren kleinen Zähnen bewaffnet.

Die Gattung Aeglea hat in den bisherigen Anordnungen der Krebse eine sehr wechselnde Stellung eingenommen. Von Latreille als Galathea laevis beschrieben, wurde der chilenische Vetter unseres Gebirgskrebses durch Leach als eigene Gattung Aeglea neben Galathea gestellt. Milne Edwards entfernte ihn nicht nur aus der Familie der Galatheiden, die er zu den Panzerkrebsen, also zu den Macruren stellte, sondern brachte ihn sogar in eine andere Hauptabtheilung, zu den Anomuren in die Familie der Porcellanen. Dabei blieben jedoch Aeglea und Galathea nächste Nachbarn; denn es schloss (von den Larvenformen Megalops und Monolepis abgesehen) mit Aeglea die Reihe der Anomuren, und Galathea begann die der Macruren. — Dana brachte auch Galathea zu den Anomuren und gab ihr wieder Aeglea als Nachbarn, schob aber zwischen diese und Porcellana mehrere andere Familien, deren Zahl Stimpson noch vermehrte; Dieser ordnet[2]) die Anomuren mit freiem letzten Brustring (Schizosomi) in folgende Reihe: Porcellaniden, Hippiden, Lithodiden, Paguriden, Aegleiden, Galatheiden. — Thomas Bell vereinigt dagegen wieder[3]) die Porcellaniens (Porcellana, Aeglea) und die Galathéides (Galathea, Grimothea) von Milne Edwards in eine einzige Familie, die er zu den Anomuren stellt, welche Auffassung auch unter den deutschen Kennern dieser Klasse jetzt die herrschende zu sein scheint.

Am verkehrtesten ist jedenfalls die Anordnung von Milne

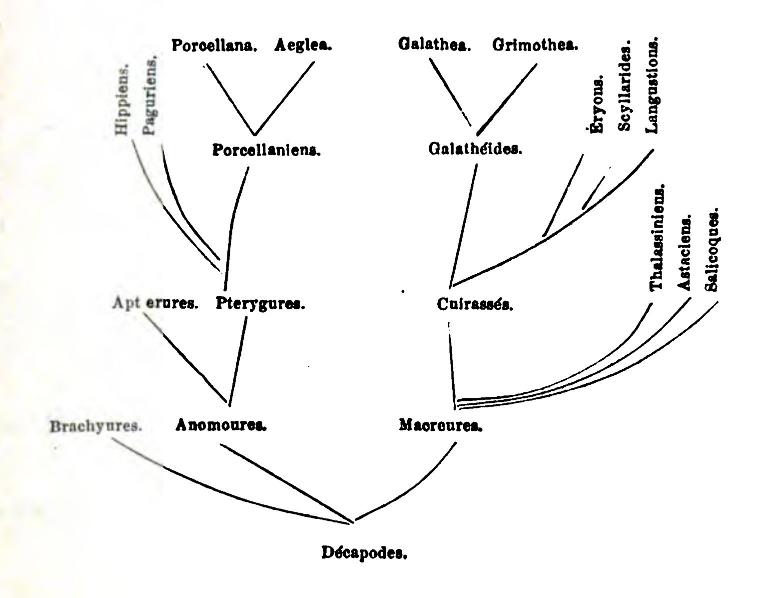
---

[1]) Nach der Abbildung in Th. Bell, British stalk-eyed Crustacea S. 200.

[2]) Proceed. Acad. Nat. Sc. Decbr. 1858. S. 65. —

[3]) British Stalk-eyed Crustaeca, 1853. S. 196.

Edwards. Zunächst deshalb, weil sich Aeglea fast in allen Stücken weit enger an Galathea anschliesst, als an Porcellana. Von dem glatten Panzer mit scharfem Seitenrand und dem nach unten geschlagenen Schwanze abgesehen, die allerdings dem Thiere ein ziemlich Porcellana-ähnliches Ansehen geben, hat Aeglea mit Porcellana im Gegensatz zu Galathea kaum etwas gemein, als das kurze, dicke, unbewehrte Grundglied der inneren Fühler und den (bei Porcellana nicht vollständigen) Mangel der Strudelfüsse am Hinterleibe des Männchens; dagegen mit Galathea im Gegensatz zu Porcellana den völligen Mangel der Augenhöhlen, die nach unten sich einschlagenden inneren Fühler, den Bau der äusseren Kieferfüsse, die Form der Brustplatte, den kurzen Vorderarm der Scheerenfüsse u. s. w. — Ja selbst der kräftige, gewölbte Hinterleib mit ganz ähnlich gestalteten Seitenstücken und ähnlich gebauter Schwanzflosse steht dem von Galathea weit näher, als dem von Porcellana. Weit schlimmer ist es, dass die eine der beiden nächstverwandten Gattungen zu den Anomuren, die andere zu den Macruren gestellt ist. Die ganze Unnatur dieses Verfahrens springt sofort in die Augen, sobald man Milne Edwards' Anordnung der Decapoden in die Form eines Stammbaumes bringt.



Danach würden also Galathea und Aeglea erst an der gemeinsamen Wurzel der Macruren und Anomuren zusammenhangen und alle diesen beiden Gattungen gemeinschaftlichen Merkmale müsste im Wesentlichen schon der Urahn der Macruren und Anomuren besessen haben! Bei der gewöhnlichen reihenweisen Anordnung tritt dieser Widersinn nicht so schreiend zu Tage, da ja dabei Aeglea und Galathea immerhin nächste Nachbarn bleiben.[1])

Für das Richtigste möchte ich es halten, wie Bell, Gerstäcker, Claus u. s. w., Galathea, Aeglea und Porcellana mit den neuerdings davon abgezweigten Gattungen in eine gemeinsame Gruppe zusammenzufassen, wobei es natürlich gleichgültig ist, ob man diese als Familie bezeichen oder in die drei Familien der Galatheiden, Aegleiden und Porcellaniden spalten will. Ein endgültiges Urtheil wird sich jedoch ohne Kenntniss der Jugendformmen von Galathea und Aeglea nicht fällen lassen. Die überaus dürftige Abbildung einer Galathea-larve bei Bell[2]) erinnert weit mehr an die Zoëa der Einsiedlerkrebse, als an die der Porcellanen.

Itajahy, S^a^ Catharina, Brazil
Ende Mai 1875.

---

[1]) Der nahen Verwandtschaft zweier Formen, die man aus irgend welchem Grunde auseinander reissen zu müssen glaubt, dadurch Rechnung zu tragen, dass man sie, wenn auch in verschiedene Gruppen, so doch nebeneinanderstellt, ist ein beliebter Kunstgriff der alten Schule. Es ist im Grunde ein einfacher Betrug, wenn auch nur Selbstbetrug. Hätten die vielverspotteten Stammbäume keinen weiteren Nutzen, als derlei Täuschungen sofort zu entlarven und dadurch unmöglich zu machen, so wäre auch dies schon nicht gering anzuschlagen. Hier noch ein dem obigen ganz ähnliches Beispiel aus neuester Zeit (Kirby, A synonymic catalogue of diurnal Lepidoptera. 1871):

Danainae, Satyrinae, Elymniinae, Morphinae, Brasselinae, Acraeinae | Heliconius. Eueides → Heliconinae | Colaenis, Dione und über 100 andere Gattungen, → Nymphalinae

→ Nymphalidae

Danach hätten Eueides und Colaenis ihren gemeinsamen Stammvater erst in dem gemeinsamen Ahnen der Heliconinen und Nymphalinen, und dieser müsste alle den Gattungen Eueides und Colaenis gemeinschaftlichen Merkmale besessen haben! —

[2]) British Stalk-eyed Crustacea, S. 203.

Erklärung der Abbildungen.

1. Aeglea Odebrechtii, halbwüchsiges Männchen, nat. Gr.
2. Hinterleib, möglichst gestreckt, nat. Gr.
3. Die Gegend vor dem Munde, nach Entfernung der Kiefer und Kieferfüsse (2 : 1).
4. Seitenwand des Panzers und Stiel der äusseren Fühler (2 : 1).
5. Aeusserer Kieferfuss der linken Seite (3 : 1).
6. Die Zähne am 2. Gliede des inneren Astes dieses Fusses (12 : 1).
7. Putzfuss der linken Seite (5 : 1) r Ruthe.
8. Ende dieses Putzfusses (100 : 1). Die Borsten sind weggelassen
9. Letzte Kieme der linken Seite, nat. Gr.
10. Stück einer Kieme (5 : 1). h. hintere, m. mittlere, v. vordere Reihe der Kiemenfäden.

Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen.

Von

Prof. G. Schwalbe.

In nachfolgenden Zeilen theile ich einige Beobachtungen mit, die gelegentlich an den Ganglienzellen der Netzhaut, des Rückenmarks und der Spinalganglien angestellt wurden und geeignet erscheinen, einerseits einige streitige Punkte der Textur der Nervenzellen zu klären, andererseits der jetzt vielfach discutirten Frage nach dem Bau und der Bedeutung des Zellkernes einiges brauchbare neue Material hinzuzuführen.

Die Kerne der Ganglienzellen sind nach den gewöhnlichen Darstellungen der Lehrbücher klare Bläschen mit rundem mattglänzendem Nucleolus, in dessen Inneren zuweilen noch eine kleine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle, der sog. Nucleololus (Mauthner) gefunden wird. In selteneren Fällen finden sich zwei Kernkörperchen, noch seltener eine grössere Zahl, wie z. B. in den Ganglienzellen des Sympathicus vom Meerschweinchen, in denen des unteren Schlundganglions von Arion empiricorum (vergl. meine Arbeit über den Bau der Spinalganglien, Arch. f. mikr. Anat. IV., S. 63). Auch Auerbach, der in neuester Zeit in den verschiedensten Zellen eine grössere Zahl von Kernkörperchen sehr verbreitet nachwies [1]), vermochte in den Ganglienzellen (Spinalganglien von Proteus, Sympathicus und Rückenmark von Rana esculenta) für gewöhnlich nur ein bis zwei Nucleoli und nur ausnahmsweise drei bis vier etwas kleinere zu finden. Bei Embryonen war eine Duplicität des Nucleolus häu-

[1]) L. Auerbach, Organologische Studien. Zweiter Abschnitt: Ueber Entstehung, Vermehrung und einige Lebenseigenschaften der Nucleoli. Breslau 1874.

figer anzutreffen [1]), ja selbst drei bis vier Kernkörperchen hier und da zu bemerken. Es war Auerbach letztere Thatsache um so auffallender, als er an anderen embryonalen Zellen im Gegentheil eine geringere Anzahl von Kernkörperchen bemerkte, als in entwickelten, und in den Zellen der frühesten Stadien embryonaler Entwicklung sogar die Kerne ganz ohne Kernkörperchen antraf.

Meine Untersuchungen, die zunächst an der frischen Netzhaut des Schafes, Kaninchens, Kalbes und Ochsen angestellt wurden, belehrten mich bald, dass die gewöhnlichen Beschreibungen eine vollkommen ungenügende Vorstellung von der Beschaffenheit des Ganglienzellenkernes geben, dass derselbe bei demselben Individuum ein sehr wechselndes Bild darbieten kann und ferner auf verschiedenen Entwickelungsstufen sehr verschieden organisirt ist.

Wenn man die frische, noch vollkommen durchsichtige Netzhaut des Schafes vorsichtig, mit ihrer inneren Oberfläche nach oben, in Humor vitreus auf dem Objectträger ausgebreitet hat, so gelingt es leicht, in den peripheren, der Ora serrata benachbarten Partien die Ganglienzellen in allen ihren Organisationsverhältnissen klar und scharf wahrzunehmen, da hier bekanntlich die Nervenfaserlage auf dünne zerstreute Bündel reducirt ist. Es ist dies ein Verfahren, das schon M. Schultze zu diesem Zweck empfohlen hat. [2]) An vollkommen frischen, durchsichtigen, in der beschriebenen Weise ausgebreiteten Netzhäuten erkennt man nun bei Einstellung auf die Ebene der Ganglienzellenschicht in eine matt glänzende vollkommen homogene Masse eingebettet kreisrunde, ovale oder unregelmässig begrenzte grosse helle Flecke, die mit äusserst scharfen Conturen gegen die oben erwähnte Substanz abgegrenzt sind. Auf den ersten Anblick glaubt man helle mit Flüssigkeit erfüllte Räume vor sich zu haben, zwischen denen jene mattglänzende Substanz ein Netzwerk bildet. Allein bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich, dass man es mit denselben Räumen zu thun hat, in denen die Ganglienzellen liegen, da im Innern jedes hellen Fleckes ein kreisrunder Kern mit allen Abzeichen eines Ganglienzellenkernes sichtbar wird. Der ganze übrige Raum ist vollkommen klar mit Ausnahme eines kleinen Hofes

[1]) l. c. S. 123.

[2]) Die Retina. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. S. 985.

äusserst feinkörniger Substanz, welcher den Kern umgibt. Es konnte deshalb anfangs zweifelhaft erscheinen, ob der ganze helle Raum einer Ganglienzelle entspricht oder nur der Kern mit seinem feinkörnigen Hofe, allein schon nach kurzer Behandlung mit sogenannten indifferenten Flüssigkeiten, z. B. mit Jodserum, trübte sich der ganze vorher durchsichtige Raum und erschien nun so, wie man gewöhnlich den Ganglienzellkörper zu beschreiben pflegt, fein granulirt. Von einer Anordnung der feinen Körnchen in Reihen, von einer Differenzirung der nicht körnigen Zellsubstanz in feine Faserzüge vermochte ich entgegen den Angaben M. Schultze's an solchen Ganglienzellen der Netzhaut nie etwas zu sehn.

Ehe ich auf den Hauptgegenstand dieser Mittheilung, auf die Beschreibung des Kernes der frischen Nervenzellen eingehe, mögen hier noch zwei Bemerkungen Platz finden. Die eine betrifft die Frage nach dem Verhalten der Ganglienzellen der Retina zur Substanz der inneren granulirten Schicht. Ich habe mich schon in meiner Abhandlung über die Netzhaut im Handbuche der Ophthalmologie von Graefe und Saemisch I, S. 388 dahin geäussert, dass die Annahme eines Ueberganges der Ganglienzellen durch ihre feinsten Ausläufer in die granulirte Substanz oder mit anderen Worten die Auffassung der letzteren als Nervensubstanz sehr viel gegen sich hat. Ich kann jetzt als ein weiteres Argument gegen diese Theorie das völlig differente optische Verhalten frischer Ganglienzellen und frischer granulirter Substanz anführen. Die Substanz der frischen Netzhautganglienzelle erscheint mit Ausnahme eines schmalen den Kern umgebenden Hofes vollkommen homogen und durchsichtig, die granulirte Substanz dagegen, wie ich bereits an einem anderen Orte ausgeführt habe [1]), von zahllosen kleinen hellen Kügelchen, welche nichts Anderes wie Vacuolen sind, durchsetzt und überdies von stärkerem Glanze. Der Unterschied beider ist in der That an frischen Netzhäuten ein sehr auffallender. — Meine zweite Bemerkung betrifft die glänzende homogene Substanz, welche die Zwischenräume zwischen den Ganglienzellen ausfüllt. Sie lässt keine Spur von Formelementen erkennen, erscheint vielmehr wie ein vollkommen homogener Ausguss der Zell-Interstitien. Offenbar haben wir es hier mit einer der Kittsubstanz der Epithelzellen vergleichbaren Masse

---

[1]) Artikel Retina, im Handbuch von Graefe und Saemisch. S. 386.

zu thun. Sie ist es, welche an Zupfpräparaten aus Müller'scher Lösung in Form glänzender homogener schalenförmiger, mit den Abdrücken der Ganglienzellen versehener Bruchstücke auftritt. (L. c., p. 384.)

Ich wende mich nunmehr zur Beschreibung der Kerne. Dieselben sind kuglig, durch einen schmalen Reifen glänzender Masse, die sog. Kernmembran, von der Ganglienzellsubstanz abgegrenzt. Dieser Reifen ist nach aussen gegen letztere glatt conturirt, gegen das Innere des Kernes dagegen mit mannigfachen grösseren und kleineren Hervorragungen versehn, aus derselben glänzenden Masse bestehend, wie die Kernmembran und mit ihr continuirlich. Sehr häufig sind diese Fortsätze im optischen Durchschnitt von dreieckiger Gestalt, mit der Basis der Kernmembran aufsitzend, mit der Spitze nach innen gerichtet; in anderen Fällen sind sie von unregelmässiger Form. Das Innere des Kernes erscheint in allen Fällen an frischen Präparaten vollkommen klar. Wo die eben beschriebenen Prominenzen sehr ausgebildet sind, enthält der Kern kein weiteres Inhaltskörperchen, sondern ist vollständig homogen. Es existiren hier also Ganglienzellenkerne ohne Kernkörperchen. Ist ein Kernkörperchen vorhanden, so erscheint es frisch nie kuglig oder ellipsoidisch, mit glatten Conturen, sondern stets mehr oder weniger zackig (vgl. M. Schultze, l. c. Fig. 346 A.) und sehr häufig mit feinen fadenförmigen

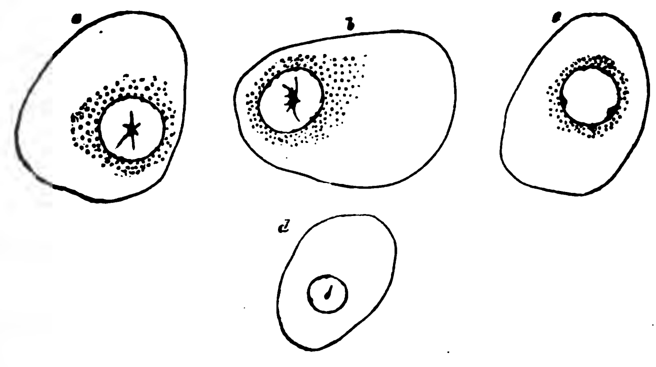


Fig. 1.

a, b und c Ganglienzellen aus der Netzhaut des Schafes. Frisch in Humor vitreus. a und b mit radienartigen Fortsätzen des Nucleolus und unregelmässigen Verdickungen der Kernmembran, c mit 2 grösseren „wandständigen Nucleolis". d Ganglienzelle aus der Netzhaut des Kaninchens. Nucleolus mit einem fadenförmigen Fortsatze.

Ausläufern versehen, die in sehr wechselnder Zahl, Länge und Dicke auttreten können. Fig. 1 d zeigt einen feinen, Fig. 1 a 6, Fig. 1 b deren 7, darunter zwei längere. Oft lassen sich die Ausläufer bis in die Nähe der Kernperipherie verfolgen, wo sie zugespitzt enden. Ueber die Umrisse des Kernes hinaus in das Gebiet des Ganglienzellenkörpers sah ich sie nie eindringen. Sie beginnen meist mit breiterer Basis aus der Substanz des Nucleolus sich zu entwickeln und enden fein zugespitzt. Ihre Substanz stimmt in allen Eigenschaften mit der des Kernkörperchens vollständig überein und ist mit ihr continuirlich. Ebenso ist aber kein materieller Unterschied wahrzunehmen zwischen dem im Innern des Kernes gelegenen Kernkörperchen und dem, was ich vorhin als Kernmembran bezeichnet habe, sowie deren mannigfachen inneren Excrescenzen. Alle diese Gebilde bestehen aus derselben glänzenden homogenen Substanz. Man könnte in dem Falle, wo ein innerer Nucleolus fehlt, geradezu davon reden, dass als Ersatz dafür wandständige Kernkörperchen vorhanden seien; man muss freilich dann hinzusetzen, dass letztere mit der Kernmembran vollkommen verschmolzen sind, ihr also nicht blos anliegen, wie dies in den Formen wandständiger Nucleolis der Fall ist, die Auerbach beschreibt.

Die ganze Configuration der eben beschriebenen Kerne wiederholt im Kleinen das Bild gewisser Zellen, wie z. B. vieler Pflanzenzellen, wo wir es mit einer dünnen Schicht wandständigen Protoplasmas und mit einer den Kern enthaltenden Ansammlung desselben zu thun haben, von welch' letzterer Fäden derselben Substanz zur Peripherie verlaufen, um sich dort mit der Wandschicht zu vereinigen. Die letztere würde in unserem Falle durch die sog. Kernmembran und ihre inneren Hervorragungen, der Kern mit seinen Protoplasmastrahlen durch den Nucleolus mit seinen feinen Fäden repräsentirt. Abweichend vom Baue jener Pflanzenzellen ist hier nur, dass bei unseren Kernen die Wandschicht direkt die Oberfläche des Kernes bildet, dass sie nicht einer von ihr gebildeten Membran anliegt; sie ist somit einer Zellmembran nicht zu vergleichen. Sodann ist von mir eine Verschmelzung der feinen Fäden mit der Wandschicht nicht direkt beobachtet worden. Ich halte es aber für sehr wahrscheinlich, dass eine solche Verbindung ab und zu vorkommt. Sollte sich diese Vermuthung bewahrheiten, so hätten wir hier im Kerne der Nervenzelle die Diffe-

renzirungen, die innerhalb des Protoplasmas der Zellkörper auftreten, im Kleinen wiederholt. Es fehlte zur Gleichstellung nur der Nachweis, dass die glänzende peripher (sog. Kernmembran) und central (Nucleolus mit Fäden) vertheilte Substanz in Bau und Lebenseigenschaften dem Protoplasma entspricht. In ersterer Beziehung ist bekannt, dass sie jedenfalls in ihrer grösseren Masse aus Eiweisskörpern aufgebaut ist. In letzterer Hinsicht handelt es sich um den Nachweis von Bewegungserscheinungen. Direkt habe ich nun zwar Form- resp. Ortsveränderungen am Kernkörperchen nicht beobachten können, halte aber wenigstens erstere für sicher nachgewiesen durch die veränderte Form, unter der die Kernkörperchen sich im frischen Zustande und nach Behandlung mit Reagentien zeigen. Die feinen Fortsätze, welche an frischen Kernkörperchen so leicht wahrzunehmen sind, ja sogar die bereits von M. Schultze beschriebene zackige Form fehlen an künstlich isolirten (Jodserum, Müller'sche Lösung) Ganglienzellen vollkommen. Es lässt sich dies nur so erklären, dass die Kernkörperchen bei Berührung mit jenen heterogenen Substanzen geradeso wie die Protoplasmakörper ihre Fortsätze einziehen und kuglig werden. Dies lässt umgekehrt auch auf ein ähnliches physiologisches Verhalten der Kernkörperchen-Fortsätze im Leben schliessen. Ueberdies haben ja neuere Untersuchungen bereits mehrfach Bewegungserscheinungen des Kernkörperchens in anderen Zellen, vor allen in Eizellen der verschiedensten Wirbellosen [1]) und kürzlich auch der Fische [2]) constatirt; ganz neuerdings beobachtete Kidd [3]) derartige Veränderungen sogar innerhalb epithelialer Zellen vom Frosch. Es zeigt also die Substanz der Nucleoli und wahrscheinlich auch die damit vollkommen übereinstimmende der sogenannten Kernmembran und ihrer Verdickungen ähnliche Bewegungserscheinungen wie das Protoplasma. Bei Pflanzenzellkernen ist ein schaumiger Zustand der Kernsubstanz, die von den Botanikern als protoplasmatisch betrachtet wird, nichts Seltenes und in diesem Falle kann sogar eine strömende Bewegung derselben wahrgenommen werden, wie

---

[1]) Vgl. die Zusammenstellung in dem citirten Werke von Auerbach, S. 168.

[2]) Th. Eimer im Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XI. S. 325 ff.

[3]) P. Kidd, Observations on spontaneous movement of nucleoli. Quart. journ. of micr. science. April 1875, p. 133.

A. Weiss [1]) für die Kerne junger Haare von Hyoscyamus niger angibt.

Noch nach einer anderen specielleren Richtung hin dürften meine Beobachtungen an den Kernen der Ganglienzellen von Interesse sein. Es scheint mir unzweifelhaft, dass manche der in der Literatur [2]) vorhandenen Angaben über die Existenz feiner nervöser Kernkörperchenfäden, die nach Durchsetzung des Kerns und Zellkörpers zu austretenden Nervenfasern werden oder in solche übergehen sollen, sich zurückführen lassen auf falsch gedeutete Beobachtungen der von mir beschriebenen Kernkörperfäden, welche nichts Anderes sind als Fortsätze der contractilen Nucleolussubstanz. Nie sah ich dieselben die Grenzen des Kernes überschreiten.

Ganz ähnliche Resultate wie bei der Retina des Schafes erhielt ich durch Untersuchung der Netzhaut-Ganglienzellen vom Kaninchen (Fig. 1 d) und Ochsen. Interessante Aufschlüsse über Bedeutung und Herkunft der sog. Kernmembran und der Nucleoli ergaben Untersuchungen der Ganglienzellen aus der Netzhaut des Kalbes. Diese Zellen unterscheiden sich von den entsprechenden Elementen des Ochsen zunächst durch ihre ausserordentlich verschiedene Grösse. Es ist dies ein sehr auffallendes, für die Entwickelungsgeschichte der Ganglienzellen bedeutungsvolles Verhalten. Beim ausgewachsenen Thiere sind die Differenzen in der Grösse der einzelnen Zellen verhältnissmässig geringe, beim Kalb dagegen ausserordentlich grosse und ebenso verhalten sich die kugligen Kerne. Beim Ochsen messen sie alle ungefähr 14,5 μ im Durchmesser, beim Kalbe finden wir von 7 μ an alle Grössen bis 14,5 μ vertreten und diesen verschiedenen Grössen der Kerne entsprechen nun ganz verschiedene Organisationsverhältnisse. Da beim erwachsenen Thiere fast alle Zellen nahezu gleich gross und sowohl in Zellkörper als Kern von der Ausdehnung der grössten Kerne des Kalbes sind, so ist anzunehmen, dass die kleineren Zellen des letzteren allmälig heranwachsen zur Grösse derer des erwachsenen Rindes, dass also die verschiedenen Grössen der Nervenzellen und Kerne eben so viele Entwicklungs-

---

[1]) Wiener acad. Sitzungsberichte, Bd. 54. Juliheft.

[2]) Vgl. J. Arnold, Ein Beitrag zu der feineren Structur der Ganglienzellen. Virchow's Archiv, Bd. 41. 1867, sowie meine Arbeit über Spinalganglien, l. c. S. 64 u. 65.

stufen darstellen. Für die Frage nach dem Modus des Wachsthums der Ganglienzellenschicht der Retina dürfte sich daraus als wahrscheilich ergeben, dass dasselbe nicht durch eine **Vermehrung** der nervösen Elemente, sondern durch ein **Heranwachsen** der bereits bestehenden vermittelt werde.

Wie dem auch sein mag, die Annahme, dass die kleinsten Kerne resp. kleinsten Zellkörper (beide scheinen in nahezu constantem Verhältniss zu wachsen) den jüngsten Stadien entsprechen, dürfte wenig gegen sich haben und die Veränderungen, welche die Kerne von den kleinsten bis zu den grössten erkennen lassen bestätigen die Ansicht, dass wir es mit verschiedenen Entwicklungsphasen derselben zu thun haben. Die kleinsten Kerne, (7 μ Fig. 2 a) gewähren ein ganz anderes Bild ihres inneren Baues,

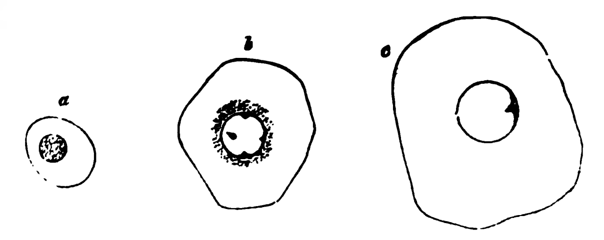


Fig. 2.

a und b Ganglienzellen aus der Netzhaut des Kalbes; a jüngste Stadien; b etwas ältere Zelle mit 4 Nucleolis, darunter 3 wandständigen, c Ganglienzelle aus der Netzhaut des Ochsen. Kein centraler Nucleolus, nur eine Kernwandverdickung.

wie das oben beschriebene der Ganglienzellen vom Schaf, Kaninchen, Ochsen. Sie sind ohne jede Spur von Kernkörperchen und scheinen aus einer gleichmässig vertheilten granulirten Masse zu bestehen. Eine Differenzirung in Kernmembran und Kerninhalt ist nicht vorhanden. Wahrscheinlich ist die feine Körnelung der Kernsubstanz auf eine netzförmige Structur derselben zurückzuführen, etwa in ähnlicher Weise, wie ich dies für die innere granulirte Substanz der Netzhaut oder Heitzmann für das Protoplasma der Amöben und weissen Blutkörperchen beschrieben hat. In Kernen von 10,8 bis 11,7 μ (Fig. 2 b) finden wir bereis deutliche Kernkörperchen innerhalb einer hellen Masse, die ihrerseits von einem in seinem Aussehen den Kernkörperchen vollständig gleichenden Ringe umgeben wird, einer sog. Kernmembran. Was aber diesen Zustand von den

späteren unterscheidet, ist abgesehen von dem geringeren Durchmesser des Kerns bei gleicher Masse der Nucleolarsubstanz die Vertheilung letzterer auf mehrere, 2—4, Kernkörperchen, von denen aber gewöhnlich mehrere, bis 3, als dreieckige wandständige Verdickungen des Kernconturs erscheinen, ein oder zwei frei im Innern liegen. Gerade dieses Stadium ist also ausgezeichnet durch das Vorkommen mehrerer sog. wandständiger Kernkörperchen. Beim Wachsen des Kernes (12,5 μ.) nimmt die Höhe und Zahl dieser Wandverdickungen immer mehr ab, während im Innern ein gut ausgebildeter zackiger oder eckiger Nucleolus von 2,7 bis 3,6 μ. das Gewöhnliche ist. In den grössten Kernen (14,5 μ.) können die Wandverdickungen bis auf unbedeutende Höckerchen verstreichen; dieselben gewähren dann ganz das bekannte Bild der uninucleolären Ganglienzellen, wie wir sie in denen der Netzhaut des Ochsen constant antreffen.

Ueberblicken wir die ganze Reihe der beschriebenen Veränderungen, so werden wir uns folgendes übersichtliches Bild von denselben entwerfen können. Die Substanz, aus der die spätere Kernmembran und die Nucleoli bestehen, ist anfangs gleichmässig durch den ganzen Kern vertheilt und füllt denselben mehr oder weniger vollkommen aus, indem sie von zahlreichen kleinen mit einer anderen Masse erfüllten Vacuolen durchsetzt ist. Beim Wachsthum des Kernes nimmt die Vacuolensubstanz zu, ohne dass eine wesentliche Zunahme des anderen Kernbestandtheiles zu constatiren wäre. Die Folge davon ist, dass letzterer in verschiedene Portionen zerrissen wird, von denen eine stets die Oberfläche des Kernes einnimmt, zur sog. Kernmembran wird, mit einer Anzahl zackiger Vorsprünge, den wandständigen Kernkörperchen, in das Innere des Kernes hineinragt, während andere Portionen sich zu einem oder mehreren Nucleolis zusammenballen. In dem Maasse, als die helle Substanz im Innern des Kernes zunimmt, werden die inneren Prominenzen der Kernmembran in Folge zunehmender Ausdehnung der letzteren immer mehr verstreichen. Man kann also den ganzen Process als eine Vacuolisirung auffassen, ähnlicher Art, wie sie innerhalb der Pflanzenzellen zur Scheidung von Protoplasma und Zellsaft führt. Ich werde hinfort den glänzenden, die Kernmembran und die Kernkörperchen constituirenden Bestandtheil der fertigen Kerne als **Nucleolarsubstanz** bezeichnen, den wasserklaren das Innere

des Kerns erfüllenden als Kernsaft (Kölliker. Gewebelehre). Es ist wahrscheinlich, dass letzterer flüssiger Natur ist, in keinem Falle aber ist er reines Wasser, sondern jedenfalls von sehr complicirter chemischer Beschaffenheit, enthält Eiweisskörper, Salze in Lösung. Sprechen doch schon die Niederschläge, die man spontan, ferner durch Einwirkung von Säuren etc. in ihm entstehen sieht, dafür, dass der Kernsaft durchaus nicht dem Inhalte gewöhnlicher Protoplasma-Vacuolen zu vergleichen ist. Eine genaue mikrochemische Untersuchung habe ich bisher nicht angestellt. Der eben geschilderte Modus der inneren Entwicklung der beschriebenen Ganglienzellenkerne macht auch einige Abweichungen vom normalen Typus der ausgebildeten Kerne leicht verständlich. Es kann die gesammte Nucleolarsubstanz durch den zunehmenden Kernsaft an die Peripherie gedrängt werden, so dass also ein solcher Kern entgegen Allem, was wir sonst von Ganglienzellenkernen wissen, ohne Nucleolus ist. In Fig. 2 c bilde ich einen solchen Kern aus einer Retina-Ganglienzelle des Ochsen ab, in welchem nur in einer spitz nach innen vorspringenden dreieckigen Verdickung der „Kernmembran" eine Andeutung einer Nucleolarbildung vorliegt.

Mit den beschriebenen Ganglienzellen der Retina habe ich nun eine Anzahl Nervenzellen anderer Localitäten verglichen und zwar die grossen Zellen der Vorderhörner des Rückenmarks vom Kaninchen und Schwein, die Ganglienzellen des Ganglion Gasseri vom Kaninchen, der Spinal- und sympathischen Ganglien von Rana temporaria. Alle diese Zellformen zeigen etwas Charakteristisches, was sie sofort von den Retina-Nervenzellen unterscheidet. Es fehlt nämlich die sog. Kernmembran und mit dieser natürlich auch die sog. wandständigen Kernkörperchen. Der helle klare Kernsaft wird unmittelbar von der Zellsubstanz begrenzt. Im Innern findet sich meist ein grösserer kugliger oder ellipsoidischer Nucleolus, in welchem ich bei den Nervenzellen des Rückenmarks häufig kleine Vacuolen, die sog. Nucleololi sah. Nach Allem sind diese kleinen Vacuolen mit derselben Substanz erfüllt, wie die Kerne, also mit Kernsaft. Die Ganglienzellen des Rückenmarks untersuchte ich an Schnitten gefrorener Stücke ohne Zusatz oder mit Chlornatrium $^1/_2$ %. Sie treten dann als helle Flecke aus der grauen Substanz hervor, die selbst bei Anwendung der grössten Vorsicht und ohne jede Zusatzflüssigkeit untersucht, doch nicht homogen erscheinen, sondern, wie man bei starker Vergrösserung deutlich erkennt,

von zahlreichen grösseren und kleineren Tropfen durchsetzt sind, ähnlich wie die granulirte Substanz der Retina nach der von mir gegebenen Beschreibung. Der Kern ist im frischen Zustande völlig unsichtbar; nur das glänzende, kuglige oder ellipsoidische Kernkörperchen deutet die Stelle an, wo man ihn zu suchen hat. Kernkörperchenfortsätze habe ich nicht gesehen. [1]) — Die Zellen der Spinalganglien des Kaninchens zeigten den Kern als hellen, vollkommen homogenen Hof um das gewöhnlich kuglige Kernkörperchen, letzteres war zuweilen eckig oder leicht zackig. Eine Kernmembran und wandständige Nucleoli waren auch hier nicht vorhanden. Ein ganz ähnliches Bild gewähren die Kerne der Spinalganglienzellen von Rana temporaria, sowie der sympathischen desselben Thieres. Ein Kernkörperchen ist hier das Gewöhnliche; nie ist dasselbe zackig, dagegen sieht man bei der Beobachtung frischer Zellen auf dem heizbaren Objecttisch auf der Oberfläche des Kernkörperchens kleine buckelförmige Erhebungen auftreten und zugleich die peripheren Theile des Nucleolus dunkler werden, als die centralen. In einem Falle hatte das Kernkörperchen einen längeren stumpfen Fortsatz getrieben. Es ist hieraus auf active Formveränderungen der Nucleoli zu schliessen, die aber jedenfalls sehr langsame sind, da es mir nicht gelang, diese Fortsätze direct entstehen zu sehen. Es ist endlich zu bemerken, dass auch frische Spinalganglienzellen vom Frosch nie homogen gesehen werden, sondern stets eine feine moleculäre Trübung erkennen lassen. Dieselbe ist leichter, wie bei den beschriebenen Zellen des Rückenmarks, auf eine netzförmige Anordnung der Ganglienzellsubstanz zurückzuführen; die Knotenpuncte der feinen Netzfäden imponiren bei flüchtiger Betrachtung als Körnchen.

Soweit meine Beobachtungen. Wir ersehen aus ihnen, dass schon innerhalb der Gruppe der Nervenzellen die Kerngebilde in ihrem inneren Aufbau beträchtliche Verschieden-

---

[1]) Nur an nicht mehr ganz frischen Nervenzellen des Rückenmarkes habe ich das Kernkörperchen von einem dem Eimer'schen Körnchenkreise entsprechenden Kreise kleiner Kügelchen umgeben gesehen, die aber der Oberfläche des Nucleolus dicht aufsassen und von demselben Glanze wie dieser waren, so dass es schien, als hätten sie sich von der Oberfläche des Kernkörperchens abgeschnürt. Nie habe ich an Kernen frischer Spinal- oder Retina-Ganglienzellen etwas Aehnliches wahrgenommen; stets war der Kernsaft vollkommen homogen.

heiten erkennen lassen, selbst wenn man nur die Art und Weise der Vertheilung und Massenverhältnisse von Kernsaft und Nucleolarsubstanz berücksichtigt. Dass eine genaue mikrochemische Untersuchung noch weitere Differenzen im Bau der Kerne der verschiedenen Ganglienzellen aufdecken wird, scheint mir unzweifelhaft. Unter diesen Umständen wäre es ein grosser Missgriff, das, was die Beobachtungen an Ganglienzellen über die Entstehung des Nucleolus gelehrt haben, einfach auf die Kerne anderer entwickelter Zellen (Epithelien, Bindegewebszellen, Muskelzellen) zu übertragen, ohne Weiteres die Kernkörperchen dieser denen der Ganglienzellen gleich zu stellen. Dies wird erst nach vergleichender mikrochemischer Prüfung, sowie nach genauer Untersuchung der Entwicklung dieser Kerne geschehen können. Ich wage es deshalb nicht, schon jetzt nach den wenigen eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand, ein allgemeines Gesetz über den Bau und die Differenzirung der Zellkerne aufzustellen. Wohl aber wird es nöthig, meine Erfahrungen über die Kerne der Nervenzellen zu vergleichen mit dem, was neuerdings von zwei Seiten in sehr differenter Weise über Bildung der Kerne und Kernkörperchen gesagt worden ist, mit den Angaben von Auerbach und Heitzmann.

Mit des Ersteren Anschauungen [1]) stimmen meine Beobachtungen nur insofern überein, als auch ich den enucleolären Zustand bei Ganglienzellen dem nucleolären vorausgehen sah; sie weichen aber ab in Betreff des Modus der Kernkörperchen-Bildung. Auerbach lässt die Nucleoli wie neuerdings Klebs [2]) aus dem Protoplasma der Zelle in den Kern einwandern; es seien anfangs nur einer oder wenige vorhanden, die sich durch Theilung vermehren; nach meinen Beobachtungen an Ganglienzellen entstehen dagegen die Kernkörperchen wie die Kernmembran aus der ursprünglichen Kernsubstanz, indem diese durch Ansammlung und Zunahme des hellen Kernsaftes in mehrere Portionen zersprengt wird. Es findet ferner keine Zunahme der Nucleolarsubstanz Statt, sondern diese bleibt constant, nimmt also beim Wachsthum des Kernes sogar relativ ab. Daher kommt es, dass wir in den Ganglienzellen entgegen Auerbach's Angaben für andere Zellkerne einen plurinucleolären Zustand dem uninucleolären vorausgehn sehn und dass letzterer

[1]) L. c. p. 75—161.

[2]) Die Regeneration des Plattenepithels. Archiv f. experim. Pathologie. Bd. III. S. 153. 1874.

sogar in einen enucleolären übergehen kann, in welchem die gesammte Nucleolarsubstanz als Kernmembran verwendet ist. Man sieht also, dass Auerbach's Angaben über Entstehung und Vermehrung der Nucleoli durchaus nicht zu verallgemeinern sind.

Viel besser lassen sich meine Beobachtungen an Ganglienzellen-Kernen mit den Anschauungen Heitzmann's [1]) über den Bau der Zellkerne und die Entstehung der Kernkörperchen vereinigen. In den Kernen älterer Amöben, in den Kernen der weissen Blutkörperchen beobachtete er eine netzförmige Anordnung der Kernsubstanz (Protoplasma), innerhalb deren häufig solide Körperchen derselben Substanz auftreten, die durch ein feines Netz mit der Protoplasmarinde des Kernes verbunden sind; dies sind die Kernkörperchen. Kern und Kernkörperchen bestehen aus dichteren Ansammlungen von Protoplasma und gehen in ihrer Substanz continuirlich in die ebenfalls netzförmig angeordnete Substanz des Zellkörpers über. Soweit Heitzmann's Angaben sich auf die Differenzirung der Kerne beziehen, kann ich mich nach dem oben Mitgetheilten ihnen für die Ganglienzellen im Allgemeinen anschliessen, dagegen habe ich mich von der Identität der Substanz der Kernmembran und des Kernkörperchens mit der des Zellkörpers nicht überzeugen können. In den Ganglienzellen der Retina ist die Kernmembran scharf gegen den klaren Zellkörper abgegrenzt, innerhalb der übrigen Ganglienzellen fehlt sie, und nie sah ich Fortsätze des Kernkörperchens hier bis zur Peripherie dringen und etwa dort mit der Ganglienzellensubstanz verschmelzen. Eine netzförmige Anordnung des Zell-Protoplasmas dagegen kann ich für die Blutzellen des Flusskrebses, die weissen Blutkörperchen von Triton bestätigen. Heitzmann beschreibt einen solchen reticulären Bau aber von allen thierischen Zellen, gleichgültig welchem Gewebe sie angehören, sich stützend auf Gold- und Silberbilder, und gelangt unter weiteren Verallgemeinerungen sogar zur Annahme zahlreicher feiner Verbindungsfäden zwischen den zelligen Elementen aller Gewebe. Es ist nicht meine Aufgabe, die durch Gold und Silber erhaltenen Trugbilder, welche Heitzmann zu einer so weit gehenden Verallgemeinerung, zu einem Aufgeben der Zelle als Elementarorganismus führten, zu

---

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma. I bis III. Wiener academ. Sitzungsber. Bd. 67 u. 68. III. Abth. April bis Juni 1873.

kritisiren, es ist Solches bereits für einige Gewebe geschehen; so ist für den Knorpel von Colomiatti und Brückner das Irrthümliche der Heitzmann'schen Angaben über die Existenz feiner Netze in der Grundsubstanz nachgewiesen. Niemand hat ferner in anderen Geweben die Existenz der feinen speichenförmigen Fortsätze der Zellenoberfläche nachweisen können, durch welche die einzelnen Zellen unter einander entweder direct oder durch Vermittlung eines feinen in der Grundsubstanz gelegenen Netzes in Verbindung stehen sollen. Ich selbst habe an der Peripherie der Ganglienzellen der Retina keine Spur solcher Speichen gesehen, obwohl dieselben gerade hier in der optisch differenten Kittmasse leicht hätten gesehen werden müssen.

Anders scheint es mit der Angabe Heitzmann's über einen netzförmigen Bau auch der Zellkörper differenzirter Zellen, wie der Epithel- und Nervenzellen zu stehen. Allerdings sind Heitzmann's Abbildungen wegen ihrer schablonenmässigen Ausführung, seine Angaben, weil sie sich nicht auf frische, sondern stark veränderte Gewebselemente beziehen, wenig geeignet, zu seiner Anschauung zu bekehren, um so mehr, als er dieselbe netzförmig angeordnete Substanz in allen Zellen wiederfindet, gleichgültig, welches ihr chemischer und physiologischer Charakter sei. Allein die kürzlich publicirten sorgfältigen Untersuchungen Kupffer's [1]) über den feineren Aufbau der Leberzellen des Frosches, der Epithelien der Harnkanälchen und der Drüsenzellen von Periplaneta [2]) lehren ähnliche von der Umgebung der Kerne ausgehende Netze innerhalb einer ganzen Reihe epithelialer Gebilde kennen. Die Substanz dieser feinen, Körnchen führenden Netze wird von Kupffer als Protoplasma bezeichnet, sowohl wegen ihrer mikrochemischen Reactionen als der Bewegungserscheinungen, welche er an denselben wahrnahm. Die Lücken des Protoplasmanetzes werden von einer anderen homogenen Masse ausgefüllt, die Kupffer Paraplasma nennt, und der Kern ist sowohl von diesem als dem Protoplasma chemisch verschieden.

In analoger Weise fand ich im Körper der Spinalganglien-

---

[1]) Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe. Schriften des naturw. Vereins für Schleswig-Holstein. III. 1875. S. 229 ff.

[2]) C. Kupffer, Die Speicheldrüsen von Periplaneta orientalis und ihr Nervenapparat. Beiträge zur Anatomie u. Physiologie, als Festgabe C. Ludwig zum 15. October 1874 gewidmet von seinen Schülern. S. 77 – 81.

zellen vom Frosch zwei Substanzen vertheilt, von denen die eine ein sehr zartes Netzwerk formirte, das von der Oberfläche des wandungslosen Kernes bis zur Zellenoberfläche reichte, die andere hellere die Maschenräume ausfüllte. Die Substanz des Kernkörperchens erwies sich optisch verschieden von jenen beiden Substanzen, dagegen schien der Kernsaft mit der Ausfüllungsmasse der Maschenräume übereinzustimmen. Ist dies richtig, so werden wir auch hier drei Substanzen zu unterscheiden haben: die Nucleolarsubstanz, den Kernsaft und die reticuläre Substanz. Genauere mikrochemische Untersuchungen habe ich bisher nicht angestellt. Die Ganglienzellen der Retina scheinen fast in ihrem ganzen Umfange aus der hellen dem Kernsafte oben gleichgestellten Masse zu bestehen und reticulirte Substanz nur in der unmittelbaren Umgebung des Kernes zu besitzen. Auch Heitzmann spricht sich in Uebereinstimmung mit seinem Schema für einen netzförmigen Bau der Ganglienzellen aus (l. c. II, p. 13), seine Abbildung in Fig. 11 stimmt aber, da sie einem Präparate aus chromsaurem Kali entnommen ist, durchaus nicht mit dem Bilde überein, welches vollkommen frische Ganglienzellen gewähren. Nur diese sind zu Entscheidung der Frage geeignet, da jene Reagentien durch Erzeugung von Niederschlägen das Bild trüben.

Ich hätte schliesslich noch kurz auf die Frage einzugehen, wie sich obige Anschauung vom Baue der Ganglienzellen zu der M. Schultze's [1]), welche einen fibrillären Bau derselben statuirt, verhalte. In dieser Beziehung ist hervorzuheben, dass die fibrilläre Substanz M. Schultze's offenbar unserem Reticulum entspricht. Dies geht aus Schultze's Beschreibung in seinem Retina-Aufsatze in Stricker's Handbuche S. 985, sowie aus den dort gegebenen Abbildungen A. Fig. 346 unzweifelhaft hervor, wenn auch hier wiederholt zu betonen ist, dass diese Figuren das Bild frischer Retina-Ganglienzellen nicht wiedergeben, weil letztere abgesehen von einem den Kern umgebenden Hofe vollkommen homogen erscheinen; diese Figuren passen aber auf die vorhin von mir beschriebenen Spinal-Ganglienzellen. Die pinselförmige Ausstrahlung der Axencylinder in die Substanz der Ganglienzelle ist ferner einfach auf eine regelmässigere Anordnung der Netzbälkchen, auf Bildung regelmässig gegen den

[1]) L. c p. 985 und Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonnae 1869.

Anfang der Nervenfaser convergirender Fäden zurückzuführen, ähnlich wie dies Kupffer für die Fäden des Protoplasmanetzes in den Leberzellen des Frosches beschreibt. Aus Allem geht hervor, dass innerhalb der Ganglienzellen selbst isolirte Fibrillen nicht anzunehmen sind; ob die Ausläufer des Bälkchennetzes in den Axencylindern isolirt verlaufen oder ebenfalls durch feine Seitenzweige verbunden sind, müssen künftige Untersuchungen lehren.

Endlich sei am Schlusse dieser Mittheilung die Aufmerksamkeit der Forscher noch einmal auf die wichtige Thatsache gelenkt, dass die Ganglienzellen der verschiedenen Bezirke des Nervensystems, abgesehen von ihrer Form und der Zahl ihrer Ausläufer in ihrem inneren Aufbaue sehr verschieden sind. Man vergleiche das was, ich oben von der Vertheilung der Nucleolarsubstanz, von der Beschaffenheit des Zellkörpers über die Ganglienzellen der Netzhaut, des Rückenmarks und der Spinalganglien gesagt, habe, und wird Grund genug für meine Behauptung finden. Eine weitere dankbare Aufgabe wird es sein, dies eingehender zu untersuchen, die Vertheilung der am Aufbau einer Ganglienzelle betheiligten Substanzen und ihr mikrochemisches Verhalten in den Nervenzellen der verschiedensten Bezirke des Nervensystems einer genauen vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen.

Jena, im Mai 1875. [1])

[1]) Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Beobachtungen wurden bereits im Herbst 1874 gemacht. Die Zeit der Eingabe zum Druck (im Mai) erklärt es, weshalb die inzwischen erschienenen Untersuchungen von C. Frommann „Zur Lehre von der Struktur der Zellen" (diese Zeitschrift Bd. XI. S. 180) nicht mehr verwerthet werden konnten.

Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen.

Von

Richard Hertwig.

Hierzu Tafel II.

Durch Untersuchung der Süsswasserrhizopoden, deren Resultate in einem Supplementheft zum 10. Bande des Archivs für mikroskopische Anatomie mitgetheilt worden sind, wurde meine Aufmerksamkeit auf das Verhältniss der Monothalamien des süssen Wassers (Lepamöben Hkl pro parte) zu den marinen Mono- und Polythalamien gelenkt, welche man unter dem wenig zutreffenden Namen „Foraminiferen" zusammengefasst hat. Beide Gruppen schienen mir in ihrem gesammten Bau viel Verwandtschaftliches zu besitzen, wie sie denn auch schon von Dujardin, noch mehr von M. Schultze in engen systematischen Zusammenhang gebracht worden sind. Dagegen schienen mir die Charaktere, auf welche die meisten Forscher in der Neuzeit eine Trennung beider Gruppen begründet haben: die verschiedene Form der Pseudopodien und das verschiedene Verhalten der Vacuolen, weder die systematische Bedeutung zu besitzen, welche man ihnen beimisst, noch überhaupt so durchgreifend zu sein, als man gewöhnlich annimmt. Denn alle die verschiedenen Formen der Pseudopodien sind, wie ich schon bei der Besprechung der Monothalamien näher durchzuführen versucht habe, durch continuirliche Uebergänge mit einander verknüpft und in gleicher Weise sind auch die Unterschiede zwischen nicht contractilen Vacuolen und contractilen Behältern nur graduelle. Ich war zum Schluss gekommen, dass nur ein Merkmal geeignet sei, die Süsswassermonothalamien von den Foraminiferen systematisch

zu trennen, der Mangel eines Kerns bei den letzteren und die Anwesenheit dieses wichtigen Gebildes bei den erstern. [1])

Denn bildeten in der That die Foraminiferen, wie die Mehrzahl der Forscher es darstellt, eine undifferenzirte, kernlose, beschalte Protoplasmamasse, so mussten sie vom histologischen Gesichtspunkt aus als Cytoden angesehen werden, während die Süsswasserformen den morphologischen Werth einer oder mehrerer Zellen besitzen. Wir würden dann den Foraminiferen eine wesentlich niedrigere Organisationsstufe zuerkennen und sie vielmehr Häckel's Moneren auf's Innigste anschliessen müssen.

Von einer definitiven Entscheidung für oder wider eine systematische Vereinigung der fraglichen Organismen glaubte ich damals absehen zu müssen, da mir die Cytodennatur des Foraminiferenweichkörpers nicht genügend erwiesen schien. Unsere Kenntnisse vom Bau des Weichkörpers der Foraminiferen beschränken sich im Grossen und Ganzen auch jetzt noch auf das, was wir durch die in den funfziger Jahren erschienenen Arbeiten M. Schultze's erfahren haben. Alle späteren Publicationen behandeln fast ausschliesslich die Structur der Schale und lassen den Schaleninhalt so gut wie unberücksichtigt. Es fehlt somit an einer Arbeit, welche mit den verbesserten neueren Untersuchungsmethoden und optischen Hilfsmitteln die Frage, ob Kerne vorhanden sind oder nicht, zu entscheiden versucht hätte. Deshalb konnte die Möglichkeit, dass etwa vorhandene Kerne der Ungunst der Beobachtungsverhältnisse halber übersehen worden seien, nicht ohne Weiteres von der Hand gewiesen werden. — Hierzu kam noch, dass die Annahme von Kernen im Protoplasma der Foraminiferen in einigen

---

[1]) Ich benutze die sich mir hier bietende Gelegenheit zu der Bemerkung, dass schon Stein, wie ich erst später bemerkt habe, sich in gleicher Weise über die Systematik der Rhizopoden ausgesprochen hat. In dem zweiten Theil seiner Infusorienmonographie (Stein, der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig 1867, S. 4, 8 u. 19) tadelt derselbe mit Recht die unnatürliche Trennung der Gattungen Gromia und Cyphoderia von den Arcellinen (Arcella, Euglypha, Difflugia etc.), spricht sich dagegen mit grosser Entschiedenheit für ihre Trennung von den Foraminiferen aus, weil bei letzteren „von denen doch manche Arten in Hunderten von Individuen auf's Sorgfältigste untersucht worden seien, bis jetzt noch nirgends mit Sicherheit weder Zellen noch Kerne hätten im Weichkörper nachgewiesen werden können."

von M. Schultze mitgetheilten Beobachtungen eine Stütze fand. M. Schultze war zwar der Meinung, dass die Foraminiferen ihrer Mehrzahl nach kernlos seien, bei einigen derselben, z. B. den Miliolen, glaubte er sogar, gestützt auf die Beobachtung junger Exemplare, die Existenz derselben auf's Sicherste in Abrede stellen zu können [1]); indessen machte er selbst schon einige Ausnahmen namhaft. So beschrieb er in der hintersten Kammer eines Exemplars der Rotalia Veneta [2]) einen hellen Körper, welcher auf Essigsäurezusatz hin deutlicher hervortrat und den er geneigt war, für einen Kern zu halten, wenn er ihn auch nicht genauer untersuchen konnte. Aehnliches beobachtete er bei einem Exemplar von Textilaria picta, wo es ihm gelang, „aus jeder der beiden letzten Kammern ein kernartiges Gebilde zu isoliren." Ausserdem hat er bei Gromia oviformis Kerne beschrieben, zuerst in seiner Monographie, später ausführlicher in einem seiner kleinen Aufsätze. [3]) Es sollten hier in wechselnder Zahl (1—60) und wechselnder Grösse (0,02—0,07 Mm.) runde, von runden Körnern vollkommen erfüllte Kugeln vorhanden sein. Bei Essigsäurezusatz sollten die Körner schärfere Contouren annehmen und eine sie umschliessende Membran deutlich werden. Nach der Grösse der Körner unterschied M. Schultze grobkörnige, mittelkörnige und feinkörnige Kerne.

Diesen Angaben schliesst sich eine ganz neuerdings von F. E. Schulze mitgetheilte Beobachtung an. Genanntem Forscher gelang es, beim Zerquetschen einer von ihm als Quinqueloculina fusca beschriebenen Foraminifere in der Sarkode ein ovales bläschenförmiges Gebilde sichtbar zu machen, welches einen nucleolusartigen Centralkörper umschloss. Schulze ist geneigt, das Gebilde, welches er indessen nur einmal nachweisen konnte, für einen Kern zu halten.

Wie aus den mitgetheilten Beobachtungen hervorgeht, muss die Frage, ob den Foraminiferen Kerne zukommen oder nicht,

---

[1]) M. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854. S. 22—26.

[2]) Ebendas. S. 22, Taf. VII, Fig. 24.

[3]) L. c. S. 22, Taf. I, Fig. 1 u. 2, Taf. VII. Fig. 8—12 und: Reichert und die Gromien, Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. II, S. 140.

[4]) F. E. Schulze, Rhizopodenstudien III. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. XI, S 94, Taf. V—VII.

als unentschieden angesehen werden und kann daher auch ein sicheres Urtheil über die Stellung derselben im Kreise der übrigen Sarkodeorganismen zur Zeit noch nicht gegeben werden. Dies bestimmte mich, die günstige Gelegenheit, welche mir im Sommer des vergangenen Jahres durch einen mehrwöchentlichen Aufenthalt auf Helgoland geboten wurde, zu einer erneuten Untersuchung des Protoplasmakörpers der Foraminiferen zu benutzen. Die schon damals gewonnene Ansicht, dass in der That überall Kerne vorhanden sind, dass dieselben nur wegen der Ungunst der Beobachtungsverhältnisse nicht in allen Fällen nachgewiesen werden können, habe ich im Laufe des Sommers in Jena weiterhin bestätigt gefunden bei der Beobachtung von Foraminiferen, welche Herr Prof. Häckel lebend vom Mittelmeer mitgebracht und mir freundlichst zur Untersuchung überlassen hatte.

Da ich im Laufe meiner Untersuchung mich bald davon überzeugte, dass durch die Beobachtung im frischen Zustand keine sicheren Resultate würden zu gewinnen sein, wandte ich mein Hauptaugenmerk auf die Anwendung von Reagentien. Hierbei fand ich, dass die sonst als Kernreagens so vortreffliche Essigsäure, welche M. Schultze ausschliesslich benutzt hatte, mir wenig oder gar keine Dienste leistete. Sie verdunkelt das Präparat zu sehr durch Gerinnung, was um so unangenehmer ist, als die Objecte an und für sich gerade nicht zu den durchsichtigsten gehören. — Bessere Resultate ergaben dünne Chromsäurelösungen (0,1 %—0,5 %), bald in den ersten Minuten ihrer Einwirkung, bald auch erst nach längerer Dauer derselben, wobei dann ein tüchtiges Auswaschen der stark tingirten Präparate nöthig war. In dünnen Chromsäurelösungen quillt das Protoplasma und wird zum Theil aus dem Innern der Schale hervorgepresst. Zunächst bleibt es ziemlich durchsichtig. Dann tritt zwar eine sehr intensive, das Präparat verdunkelnde Gerinnung ein, mit derselben vergesellschaftet sich aber eine vollkommene Entfärbung des in den meisten Fällen sehr störenden braunen Pigments, so dass hierdurch die der Beobachtung nachtheiligen Folgen des Reagens wieder ausgeglichen werden. Was die Intensität der Gerinnung der Kernsubstanz anlangt, so steht die Chromsäure in keiner Weise der Essigsäure nach.

In den meisten Fällen genügte Chromsäure, um die Kerne sichtbar zu machen, in anderen wiederum musste ich meine Zuflucht zu Tinctionsmethoden nehmen. Hier empfahl sich mir

zunächst das Beale'sche Carmin, welches schon Archer mit Vortheil bei der Untersuchung von Rhizopoden verwandt hatte; ich erhielt mit demselben günstige Resultate bei Präparaten, welche einen Tag lang in Chromsäure gelegen hatten und dann während mehrerer Stunden unter häufiger Erneuerung des Wassers ausgewaschen waren. Dagegen erwies sich das essigsaure Carmin, welches mir bei der Untersuchung der Podophrya gemmipara von wesentlichem Vortheil gewesen war, als ganz unbrauchbar.

Die überzeugendsten Bilder lieferten mir junge Miliolen (Taf. II, Fig. 1—4), welche ich am Blasentang der Westküste Helgolands auffand. Dieselben ähnelten in dem Bau ihrer Schale am meisten den von F. E. Schulze neuerdings als Spiroloculina hyalina beschriebenen Formen.[1]) Wie bei diesen, so war auch bei den von mir untersuchten Exemplaren jede Kammer in ihrem dem Schalenhintergrund zugewandten Anfangstheil bauchig erweitert und umfasste mit dieser Erweiterung die vorhergehende Windung mehr oder minder vollständig. Ausserdem stimmte die Gestalt des zahnförmigen Vorsprungs überein, den man bei vielen Miliolen an den Windungen der Kammern beobachtet; er fehlte, wie auch F. E. Schulze angibt, an der Windung der ersten Kammer. Schalen, welche mit der Schulze'schen Fig. 14 auf Taf. VI im Wesentlichen übereinstimmten, habe ich selbst öfters beobachtet. — Nur in einigen nebensächlichen Puncten ergaben sich Verschiedenheiten. Während die Schalen der Spiroloculina hyalina als farblos und glasartig durchsichtig geschildert werden, waren diejenigen der von mir beobachteten Miliolide gelblich bis kaffeebraun. Ferner war die spiralige Anordnung der Kammern in einer Ebene nicht in allen Fällen so regelmässig entwickelt, als es F. E. Schulze abbildet. Bei der grossen Variabilität, welcher die Schalen der Foraminiferen unterworfen sind, wie Carpenter in seiner Monographie ausführlich nachgewiesen hat[2]), lässt sich indessen auf diese unwesentlichen Verschiedenheiten hin keine Trennung in zwei verschiedene Species durchführen.

Die jüngsten von mir untersuchten Miliolen waren einkammerig. Im frischen Zustande konnte ich an denselben trotz ihrer Durchsichtigkeit nicht mit Sicherheit einen Kern ent-

---

[1]) L. c. S. 132, Taf. VI, Fig. 14—16.

[2]) Carpenter: Introduction to the Study of Foraminifera. London 1862,

decken; nur eine homogene, kernähnlich aussehende Stelle fand sich in der Nähe des Uebergangs des kugeligen Theils der ersten Kammer in das halsartig verlängerte, zur ersten Spiralwindung umgebogene Ende derselben. Diese Stelle gerann bei Chromsäurezusatz zu einem scharf contourirten 0,01 Mm. im Durchmesser messenden Kreis, in dem ein 0,004 Mm. grosser scharfcontourirter Körper lag. (Fig. 1 u. 2.) Noch deutlicher wurde die Structur bei Anwendung von Beale'schem Carmin, welches durch Imbibition das Ganze, besonders aber den Binnenkörper rubinroth gefärbt im Protoplasma deutlich hervortreten liess. Ob nun die vorliegende Bildung einen in Nucleolus und Kernmembran differenzirten Kern darstellt oder ob ein im frischen Zustand homogener Kern durch unregelmässige Gerinnung der Kernsubstanz das Aussehen eines Nucleus mit Nucleolus angenommen hat, lasse ich unentschieden. Letzteres will mir jedoch wenig wahrscheinlich erscheinen und bin ich vielmehr geneigt anzunehmen, dass der Kern der jungen Miliolen seinem Bau nach mit dem Kern der Süsswasserrhizopoden übereinstimmt.

Bei dreikammerigen Miliolen konnte ich in einem Falle nur e i n e n Kern nachweisen, in zwei anderen Exemplaren waren jedesmal zwei vorhanden, welche in ihrer Grösse wie auch sonst in ihrem Aussehen mit den beschriebenen Kernen übereinstimmten. (Fig. 3.) Bei einer vierkammerigen Miliola endlich wurden bei Chromsäurebehandlung sieben Kerne sichtbar, von denen drei auf die erste, einer auf die zweite und drei auf die dritte Kammer kamen, so dass nur die mit der Endmündung versehene letzte Kammer kernlos war. Die Kerne waren alle noch gleich gebaut, aber um ein Beträchtliches kleiner als die der übrigen, indem sie nur 0,007 Mm. massen. (Fig. 4.)

Bei grossen Exemplaren der Miliola obesa bin ich dagegen mit dem Kernnachweis nicht zum Ziele gelangt. Nur einmal isolirte ich hier durch Zerquetschen einen Körper, der einem Kerne ähnlich sah. Die Erfolglosigkeit der Untersuchung ist hier leicht verständlich, da der Organismus von beträchtlicher Grösse und sein Parenchym von Fremdkörpern meist ganz erfüllt ist.

Die zweite Foraminifere (Taf. II, Fig. 5—9), bei welcher mir der Kernnachweis glückte, gehört zu den Perforaten. Es war eine kleine Rotalia, welche ich mit der Spiroloculina gesellschaftet vorfand und welche in ihrem Bau am meisten Aehn-

lichkeit mit den von M. Schultze auf Taf. VII, Fig. 22—24 seiner Monographie abgebildeten jungen Exemplaren der Rotalia Veneta besass. Die Kammern waren nahezu rundlich und nahmen nur unbedeutend von der 0,02—0,03 Mm. messenden Anfangskammer bis zur Endkammer an Grösse zu. Sie waren unregelmässig in einer flachen Spirale angeordnet in der Art, dass auf einer Seite stets eine grössere Anzahl Kammern zu sehen war als auf der andern. Die Schalenöffnung war von beträchtlicher Grösse, das Protoplasma braunkörnig und undurchsichtig, nur in den letzten Kammern, wie es ja bei den meisten Foraminiferen zu sein pflegt, lichter und arm an Pigmentkörnern. Die körnchenführenden Pseudopodien strahlten nach allen Richtungen aus. Sie erreichten keine beträchtliche Grösse und bildeten selten Verästelungen, noch seltener Anastomosen. Gleichwohl war die Bewegung, welche durch sie vermittelt wurde, eine ausserordentlich lebhafte.

Selten konnte ich am lebenden Organismus eine Andeutung des Kernes in Form einer hellen vom braunkörnigen Protoplasma sich unterscheidenden Stelle erkennen. (Fig. 5 u. 6.) Am häufigsten gelang es noch bei jungen einkammerigen Exemplaren. (Fig. 6.) Bei denselben war ausser der Anfangskammer noch ein Stück der zweiten Kammer in Form eines kleinen henkelförmig aussehenden Aufsatzes angelegt, doch enthielt nur die Anfangskammer den Weichkörper; in demselben war in allen Fällen nur ein 0,01 Mm. messender runder Kern erkennbar. Mit Chromsäure behandelt, erschien im Innern desselben ein Nucleolus, ebenso wie ich es oben von einkammerigen Miliolen geschildert habe. (Fig. 7.)

Bei den mehrkammerigen Rotalien musste ich Carmintinction zum Kernnachweis zu Hilfe nehmen. Hierbei stellte es sich heraus, dass mit dem Wachsthum auch eine Vermehrung der Kerne stattfindet. In einer vierkammerigen Rotalia fand ich das eine Mal 4, das andere Mal 3 Kerne (Fig. 8 u. 9), in einer dreikammerigen 3, und zwar ganz wie bei den Miliolen auf die ersten Kammern beschränkt. In anderen Fällen war bei mehrkammerigen Individuen nur 1 Kern erkennbar. Hieraus folgt jedoch keineswegs, dass deren nicht mehrere vorhanden waren. Wie leicht können dieselben durch irgend einen Zufall, welcher ihre Imbibition verhinderte, verborgen geblieben sein!

Der dritte Fall, in welchem es mir gelang, bei Foraminiferen Kerne nachzuweisen, betrifft junge Rotalien, welche ich in

Jena zu untersuchen Gelegenheit hatte. Da die bezüglichen Beobachtungen auch nach einer anderen Richtung hin von Interesse sind, in so fern sie zur Kenntniss der bisher nur in wenigen Fällen beobachteten Fortpflanzung beitragen, gehe ich auf die Darstellung derselben näher ein.

An der Wand meiner Foraminiferengläser fand ich zwei Mal Körper, welche ich bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge für Rotalien hielt. Unter dem Mikroskop erwiesen sich dieselben beide Male als Anhäufungen von wohl 30—40 kleinen dreikammerigen Rotalien, welche nicht mehr in einer gemeinsamen Mutterschale lagerten. In einem Falle wurde der Zusammenhalt der kleinen Körper durch eine gemeinsame Protoplasmamasse bedingt, von welcher Pseudopodienbüschel ausstrahlten von solcher Mächtigkeit, dass ich sie schon mit blossem Auge an der Wand des Glasgefässes hatte erkennen können. Die kleinen Rotalien bildeten somit eine Colonie, wie ich sie von der Microgromia socialis [1]) beschrieben habe. Die Einzelindividuen (Fig. 10 u. 11) waren von nahezu übereinstimmender Grösse, in einem Falle durschnittlich etwas grösser als im andern. Die Kammern nahmen, wenn auch unbedeutend, so doch immerhin messbar an Grösse zu. Die erste Kammer betrug 0,027 im einen, 0,035 Mm. im anderen Falle, die zweite 0,03 resp. 0,04 Mm., die dritte, welche die nicht sehr grosse, der Oeffnung eines flachen Brückenbogens ähnliche Schalenmündung trug, 0,032 und 0,042 Mm. Die Schale war relativ dick und hatte ein rauhes Ansehen, wie es auch M. Schultze von jungen Rotalien beschreibt [2]); zehn bis funfzehn kleinere Foramina waren über ihre Oberfläche unregelmässig vertheilt. Das Protoplasma füllte die beiden ersten Kammern in der Mehrzahl der Fälle vollkommen aus, die dritte nur theilweise. Wie auch sonst waren die braunen Farbstoffkörnchen in der hintersten Kammer am dichtesten gelagert und bedingten die vollkommene Undurchsichtigkeit derselben.

In diesen dreikammerigen jungen Rotalien konnte ich nur mit Hilfe von Reagentien Kerne entdecken. In den meisten Fällen genügte schon längere Einwirkung von Chromsäure,

[1]) Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. X Supl.-Heft.

[2]) M. Schultze: Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. Arch. f. Naturg. 1860, S. 309.

ausserordentlich viel deutlicher wurden die Bilder jedoch durch Carminfärbung. Ein Nucleolus schien nicht vorhanden zu sein, vielmehr schien der Kern eine homogene Masse zu bilden, deren ungleichmässige Gerinnung jedoch zu nucleolusartigen Bildern führte. Bei allen Rotalien war nur ein Kern vorhanden von 0,009—0,011 Mm. Durchmesser und dieser Kern lag stets in der Anfangskammer. Die Möglichkeit, dass noch ausserdem vorhandene Kerne aus Mangel an Imbibition der Beobachtung sich entzogen hätten, glaube ich hier auf das Bestimmteste in Abrede stellen zu können. Einer derartigen Annahme würde schon die grosse Gleichmässigkeit der an zahlreichen Exemplaren erzielten Resultate widersprechen. Vor Allem würde es ganz unerklärlich sein, dass überall nur der Kern der Anfangskammer, welche für den Kernnachweis in mehr denn einer Beziehung am ungünstigsten ist, sich gefärbt haben sollte. Wir können somit mit grosser Bestimmtheit die dreikammerigen Rotalien als einzellig ansehen.

Offenbar haben wir in den beiden von mir beobachteten Fällen den Ausgang des von M. Schultze und Anderen bei Rotalien, Miliolen etc. beobachteten Fortpflanzungsprozesses vor uns. Das Wesentliche desselben besteht darin, dass innerhalb der mütterlichen Schale sich in einer noch nicht näher beobachteten Weise Tochterindividuen entwickeln, welche sich mit einer eigenen Schale umgeben. Bei Miliola und Nonionina silicea sind die Tochterindividuen einkammerig, bei Rotalia gleich von Anfang an dreikammerig. Von besonderem Interesse aber ist der bei Miliolen und Rotalien geführte Nachweis, dass die jungen Organismen einkernig und demgemäss, wenn wir den Kern als Individualitätscentrum der Zelle auffassen, auch einzellig sind.

Aus den über die Fortpflanzung der Foraminiferen bisher bekannt gewordenen Thatsachen können wir uns jetzt schon ein ungefähres Bild von derselben entwerfen. Wahrscheinlich zerfällt der protoplasmatische Mutterkörper nach Anzahl der Kerne in Theilstücke und jedes dieser letzteren bildet sich innerhalb der mütterlichen Schale seine eigene Umhüllung. Die jungen Tochterindividuen scheinen bei Miliola einzeln die Schale zu verlassen, bei Rotalia durch den Zerfall der Schale frei zu werden und noch eine Zeit lang vereint zu leben, was jedenfalls nur den Zweck hat, die Nahrungsaufnahme zu erleichtern. In dieser Fortpflanzungsweise, welche sich aufs e:

an die Vermehrung aller übrigen Rhizopoden anschliesst, finde ich Nichts, was uns berechtigen könnte, sie als ein „Lebendig-Gebären“ zu bezeichnen, wie es Gervais und M. Schultze gethan haben. Auffallend an ihm ist nur das Eine, dass die jungen Organismen so frühzeitig sich ihre Schale ausbilden.

Schliesslich sei noch kurz erwähnt, dass ich auch bei einer fünfkammerigen jungen Textilaria einen Kern aufgefunden habe; derselbe lag in der hintersten Schalenkammer. Bei einer grösseren dreizehnkammerigen lag ein Kern ungefähr in der Mitte zwischen vorderem und hinterem Ende, doch waren möglicherweise hier noch andere Kerne vorhanden, welche ich nicht deutlich machen konnte. — Bei Exemplaren von Rotalia ornata habe ich mich einige Male vergeblich bemüht. Die dichte Membran, welche hier den Binnenraum der entkalkten Schale auskleidet, verhindert offenbar in hohem Maasse das Eindringen von Reagentien, ein Umstand, welcher wohl auch bei zahlreichen anderen Foraminiferen in Berechnung gezogen werden muss. —

Aus dem Mitgetheilten ist ersichtlich, dass sowohl bei Vertretern der Foraminifera perforata als auch der F. imperforata Kerne haben nachgewiesen werden können. Ich glaube hieraus schon jetzt den Schluss ziehen zu dürfen, dass im Weichkörper aller Foraminiferen Kerne vorhanden sind, wenn es auch wegen der Schwierigkeit des Nachweises bis jetzt noch nicht geglückt ist, dieselben überall zu beobachten. Denn es muss als im höchsten Grade unwahrscheinlich angesehen werden, dass innerhalb einer Gruppe, welche im Uebrigen übereinstimmt, bei den einzelnen Arten Verschiedenheiten in so wichtigen Organisationsverhältnissen herrschen sollten.

Wenn wir nunmehr als sicher annehmen können, dass die Foraminiferen Kerne besitzen, so kommt hiermit das einzige Merkmal in Wegfall, auf welches man eine Trennung der Foraminiferen von unseren Monothalamien begründen könnte. Wir müssen somit beide Gruppen zu einer gemeinsamen grossen Classe vereinigen; in derselben würden sich dann die Süsswassermonothalamien aufs unmittelbarste den einkammerigen Foraminiferen, Gromien, Cornuspiren u. s. w. anschliessen, von denen namentlich die erstgenannten rücksichtlich ihres Schalenbaus ihnen ausserordentlich nahe stehen.

Wenn ich nun dieser Classe einen gemeinsamen Namen geben soll, so muss ich mich zunächst gegen die Verwendung

der beiden in der Neuzeit häufig in sehr weitgehendem Sinne angewandten Bezeichnungen „Polythalamien“ und „Foraminiferen“ aussprechen. Denn die erstere (Polythalamien) würde streng genommen alle einkammerigen, die letztere (Foraminiferen) alle Formen mit solider, nicht durchlöcherter Schale ausschliessen. Ich kann mich aber mit der in der systematischen Zoologie vielfältig herrschenden Praxis, Classennamen beizubehalten, denen ein Theil der unter ihnen zusammengefassten Organismen geradezu widerspricht, nicht einverstanden erklären.

Zweckmässiger schon würde es sein, sich des Namens „Acytaria“ zu bedienen, den Häckel[1]) zuerst in seiner Habilitationsschrift, später in seiner Monographie der Radiolarien und seiner generellen Morphologie angewandt hat. Häckel bezeichnet mit demselben die Foraminiferen mit Ausschluss der Süsswassermonothalamien, welch letztere er unter den Lepamoeben aufführt. Obwohl nun der Ausdehnung des Namens auf die Monothalamien Seitens seiner Bedeutung Nichts entgegenstehen würde, so trage ich gleichwohl Bedenken, mich für ihn zu entscheiden. Häckel wählte die Bezeichnung „Acytaria“, d. h. Organismen, welche keine Centralkapsel besitzen, im Gegensatz zu den mit einer Centralkapsel versehenen Radiolarien. Nun kann man aber eine ganze Reihe von Sarkodeorganismen namhaft machen, welche in diesem Punkte mit den Foraminiferen übereinstimmen, die man demgemäss ebenfalls zu den Acytaria rechnen könnte. Es fehlt somit dem Namen „Acytaria“ das Charakteristische, um welches es uns bei systematischen Bezeichnungen zu thun sein sollte. Aus diesem Grunde halte ich es für zweckmässig, einen neuen Namen für die Gruppe in Vorschlag zu bringen, und bezeichne sie, da bei allen Formen die Kammerbildung der Schale das Charakteristische ist, als „Kammerträger“ oder „Thalamophora“. Dieser Name scheint sich mir um so mehr zu empfehlen, als er sich an die alten Bezeichnungen „Polythalamia“ und „Monothalamia“ anlehnt.

Was nun die weitere Eintheilung der Thalamophora anlangt, so kann man hierbei von zwei verschiedenen Gesichtspuncten ausgehen. Entweder man macht die Anordnung der Kammern zum Eintheilungsprinzip, oder man legt das Haupt-

[1]) Häckel, De Rhizopodum finibus atque ordinibus. Jena 1861.

gewicht auf die feinere Structur der Kammerwandung. Im ersteren Falle würden wir im Anschluss an M. Schultze die Thalamophora in Mono- und Polythalamien eintheilen, im anderen Falle mit Carpenter in Imperforata und Perforata. Letztere Eintheilungsweise ist wohl in der Neuzeit die allgemein gültige und, wie Carpenter ausführlich gezeigt hat, auch die wissenschaftlich empfehlenswerthere. Im Systeme Carpenter's würden die Süsswassermonothalamien selbstverständlich zu den Imperforata zu stellen sein und hier mit den Gromidae gemeinsam eine Gruppe bilden, welche sich durch den Mangel der Kalkimprägnation der Schale von den kalkschaligen Milioliden unterscheidet. Die Gattung Gromia würde sich unmittelbar an die Gattungen Microgromia, Lecythium und Cyphoderia anschliessen.

Noch nach einer anderen Richtung hin sind die oben mitgetheilten Beobachtungen von Interesse, in so fern sie uns nämlich Gesichtspunkte für die morphologische Beurtheilung der Kammerung bieten. — Rücksichtlich des Verhältnisses, in dem die Kammerung zur Kernvertheilung im Körper der Polythalamien steht, sind a priori zwei Möglichkeiten denkbar. Entweder gehen Kammerung und Kernvertheilung Hand in Hand, d. h. in demselben Maasse als die Kammerung zunimmt, wächst auch die Kernanzahl, indem jede neugebildete Kammer einen oder mehrere ebenfalls neuentstandene Kerne erhält; oder — beide Verhältnisse sind von einander unabhängig und die Anzahl der Kerne steht in keiner bestimmten Beziehung zur Anzahl der Kammern. Im ersten Falle würde der Kammerung eine grössere morphologische Bedeutung zuzuschreiben sein; sie würde uns die Aufeinanderfolge morphologisch gleichwerthiger und von einander unabhängiger Theile veranschaulichen und würden wir gestützt hierauf einen polythalamen Organismus als eine colonieähnliche Vereinigung monothalamer Formen auffassen können. Im zweiten Falle würde die Kammerung als etwas Unwesentliches angesehen werden müssen, als eine Folgeerscheinung eines eigenthümlichen Schalenwachsthums. Wir würden somit auf den Standpunct kommen, den Carpenter in seiner Monographie einnimmt, wenn er dem Unterschied zwischen ein- und vielkammerigen Foraminiferen jede grössere Bedeutung abspricht. Carpenter erklärt die Kammerung der Foraminiferen aus einem ungleichmässigen Wachsthum, welches in Intervallen zu Einschnürungen an den jeweiligen Schalenöffnungen führt und

hierdurch Grenzmarken zwischen zwei aufeinander folgenden Schalentheilen (Kammern) bildet. Die einkammerigen in der Spirale weiter wachsenden Schalen der Cornuspiren nennt Carpenter von diesem Gesichtspuncte aus als potentia vielkammerig. Die Kammerung würde als Gliederung eines einheitlichen Organismus zu verstehen sein.

Nach den mitgetheilten Beobachtungen kann es keinem Zweifel unterliegen, dass nur die letzt besprochene Auffassung Berechtigung besitzt. Bei den untersuchten Foraminiferen war meist die Anzahl der Kerne geringer als die der Kammern, selten grösser. Stets war nur ein Theil der Kammern (die hinteren) mit Kernen ausgestattet, während die anderen (die vorderen) kernlos waren. Besonders beweiskräftig waren hier die jungen Rotalien. Dieselben besassen drei Kammern, aber stets nur einen Kern, wie ich mit Bestimmtheit behaupten kann. Hier war es ganz augenscheinlich, dass die Kammerung nur als eine äusserliche Gliederung der Schale angesehen werden kann, welche nicht durch eine Gliederung des Weichkörpers bedingt ist.

Zum Schluss resümire ich noch einmal kurz, in welcher Weise ich mir die systematische Zusammenfassung der hier in Frage kommenden Organismen vorstelle und in welcher Weise ich die einzelnen Gruppen charakterisirt wissen möchte.

Thalamophora.

Die Thalamophoren sind Organismen, deren Weichkörper aus undifferenzirter Sarkode besteht und zum Zweck der Ortsbewegung und Nahrungsaufnahme wechselnde Fortsätze von verschiedenster Form, Pseudopodien, aussendet. Zellkerne sind bei jungen Organismen in Einzahl vorhanden, können sich aber im Laufe des Wachsthumes ausserordentlich vermehren. Flüssigkeitsansammlungen sind fast stets im Innern des Körpers vorhanden, entweder in der Form von einfachen Vacuolen oder von contractilen Blasen. —

Alle Thalamophoren besitzen ein Skelet, welches entweder rein chitinös oder mit Kalk impraegnirt oder mit kleinen Kieselstückchen beklebt ist. Das Charakteristische desselben besteht in der monaxonen Grundform, d. h. die vom Skelet gebildete Schale lässt stets eine Hauptaxe erkennen, deren Enden einerseits durch den Schalenhintergrund, andernseits durch die Schalenöffnung (in den wenigen Fällen, wo zwei Schalenöffnungen vorhanden sind — Amphistomata — beiderseits durch die

Schalenöffnungen) bestimmt werden. Diese Schalenhauptaxe [1]) ist in den einfacheren Fällen gerade (Gromiden, Nodosarien etc.), in den meisten Fällen krümmt sie sich spiralig (Miliola, Rotalia, Polystomella etc.), häufig erfolgt diese Krümmung sehr unregelmässig und giebt so Veranlassung zu einer scheinbar regellosen, gehäuften Anordnung der Schalenabschnitte (hierher würden die von M. Schultze im Genus Acervulina vereinten Arten gehören).

Durch senkrecht zur Schalenaxe erfolgende Einschnürungen kann die Schale in hinter einander gelagerte Abschnitte oder Kammern zerfallen, welche in sehr verschiedener Weise mit einander in Verbindung stehen können (polythalame Formen).

Nach der Structur der Schale theilen wir die Classe der Thalamophoren in zwei Ordnungen: Imperforata und Perforata.

1. Imperforata.

In der Schalenwand finden sich ausser der stets ansehnlichen Schalenöffnung keine Communicationen zwischen dem Schaleninnern und der Aussenwelt.

2. Perforata.

Zahlreiche feine Canälchen durchbohren die Schalenwand; in Folge dessen ist die eigentliche Schalenöffnung meist klein und rudimentär.

---

[1]) Was die nähere Begründung der hier gegebenen Rückführung der verschiedenen Schalenformen auf eine Grundform anlangt, so muss ich auf die eingehende Besprechung verweisen, welche Carpenter den verschiedenen Wachsthumsplänen der Thalamophorenschalen (rectilineal, spiral, acervuline plan of growth) in seiner Monographie S. 49—55 widmet. Ganz besonders mache ich noch auf die Rückführung der so schwer verständlichen nach einem cyclischen Wachsthumsplan entstandenen Schalen von Orbitolites auf eine spirale Schalenform aufmerksam (S. 94—97, 106—110).

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

Fig. 1—4 Junge Miliolen (Quinqueloculina), Chromsäurepräparate. Fig. 1 einkernige, einkammerige Miliola von vorn, Fig. 2 von der Seite gesehen; Fig. 3 zweikerniges, dreikammeriges Exemplar; Fig. 4 Exemplar von 4 Kammern mit mindestens 7 Kernen.

Fig. 5—9 Rotalien. Fig. 5 u. 6 im frischen Zustand; Fig. 7—9 nach Behandlung mit Chromsäure und Imbibition in Carmin; n Kern am lebenden Organismus als homogene Stelle erkennbar; o Schalenmündung; Fig. 7 einkammeriges Exemplar mit einem einen Nucleolus umschliesenden Kern; Fig. 8 vierkammerige Rotalia mit 3, Fig. 9 fünfkammerige mit vier gleichmässig geronnenen Kernen.

Fig. 10—11 Exemplare einer Rotalienbrut; Fig. 10 im frischen Zustand, Fig. 11 nach Behandlung mit Chromsäure und Imbibition in Carmin.

§. 1. Lage des Ehrenbergs.

Der Ehrenberg (s. Taf. III) zieht sich als flacher Rücken zwischen der Niederung der Teiche im Osten von Ilmenau und den obersten Häusern des Marktfleckens Langewiesen nahe $^3/_8$ Meilen hin mit einer Breite von noch nicht $^1/_8$ Meile. Durch zwei Einsenkungen ist er in drei Kuppen getheilt, von denen die westliche die höchste (1633 par. F. = 530,4 Meter) und breiteste, die östliche die niedrigste und schmalste ist. Die Abhänge gegen W., NW. und NNO. sind flach und ebenmässig, derjenige gegen S. fällt steil und an einigen Stellen felsig gegen die Ilmaue ein. Ein felsiger Vorsprung (1548 par. F. = 514,5 M.) am südwestlichen Abhang, früher die Hammerkuppe genannt, ist jetzt mit dem Namen der Schillershöhe beehrt worden. Der Fuss des Ehrenbergs wird bezeichnet durch die Lage des Neuhauses (1486 par. F. = 482,6 Meter) im Westen, des Kesselteiches (1489 par. F. = 483,6 Meter) im Norden, und die obersten Häuser von Langewiesen (1388 par. F. = 450,9 Meter) im Osten. Gegen Süden schneidet ihn der Ilmlauf scharf und gerade ab. Rings um den Fuss herum zieht sich demnach eine Niederung, die einen fast zusammenhängenden Wiesengrund bildet. Jenseits dieses Wiesengrundes erhebt sich im Süden das Waldgebirge, im Nordnordosten der aufgeworfene Rand der thüringer Mulde. Der Ilmlauf, so weit er den Fuss des Ehrenbergs bespült, ist von Alters her technisch ausgebeutet worden, namentlich zum Betrieb von Hammerwerken, daher der Name Hammergrund! Die Wasserwerke folgen flussabwärts auf einander: oberhalb der Einmündung der Schorte die Lohmühle, die Schneidemühle — sonst Zainhammer und Saigerhütte — die Herrenmühle; beim Zusammenfluss von Schorte und Ilm der Lefflershammer und der Grenzhammer; unterhalb dieses Zusammenflusses die Schneide-

mühle, die Spinnerei-, sonst ebenfalls Zainhammer-, die Schwärze-Fabrik- sonst Langewiesener-Hammer oder Eisenwerk „Gottes-Segen“.

Die angegebenen Höhenmaasse sind von A. W. Fils [1]) entlehnt.

Geographisch gehört der Ehrenberg zu den Vorbergen des Thüringer Waldes, von dem er jedoch nur durch den schmalen Hammergrund getrennt ist. Und unter den Vorbergen ist er weder durch seine Höhe und Ausdehnung, noch als Ansichtspunkt und Aussichtspunkt so ausgezeichnet, dass er in den Reisebüchern eine besondere Erwähnung fände.

§. 2. Gesteine des Ehrenbergs.

Verwitterungs-Schutt, Acker- und Wald-Boden bedecken den grössten Theil der Oberfläche des Ehrenbergs so dicht und hoch, dass eine geognostische Karte, welche von dieser äussersten Decke als unwesentlich absehend, erst den Untergrund berücksichtigt, nicht ohne Ergänzung der Anschauungen durch Wahrscheinlichkeitsschlüsse zu Stande kommen konnte.

Die Aufschlusspunkte, an denen die unmittelbar der Karte zu Grunde liegenden Anschauungen genommnn werden konnten, sind die folgenden. Am unteren Steilrande des Abhangs über der Ilm vom Grenzhammer bis nach Langewiesen stehen die Gesteine in nackten Felsenwänden an und sind durch Steinbruch und Bergbau, sowie durch die Anlage von Radstuben und Mühlgerinnen noch mehr entblösst. Auch ragen über die höheren Abhänge gegen Süden, namentlich an der Schillershöhe und im Marienholze einzelne nackte Felsenflächen und Klippen hervor. Alte und neue Gruben, die aber selten lange Zeit betrieben worden sind und werden, finden sich mehrere; ihre Halden liefern brauchbares Material. Durch die chausseemässige Verbreiterung des Fahrweges von Ilmenau nach Langewiesen sind einige Abschürfungen nothwendig geworden, die bis auf anstehendes Gestein niedergehen. Lange Zeit wurde in einem Steinbruch Material zur Chausseebeschüttung gewonnen, der etwa in der Mitte des südlichen Abhangs, noch auf Weimarischem Gebiet

---

[1]) A. W. Fils, Höhenmessungen in den Schwarzburgischen Oberherrschaften Rudolstadt und Arnstadt und in dem Weimarischen Amte Ilmenau. Sondershausen 1834.

aber knapp an der Sondershäuser Grenze gelegen, die interessantesten Contactverhältnisse aufdeckte. Derselbe ist leider seit geraumer Zeit aufgegeben, grösstentheils durch Aufschüttung eingeebnet und urbar gemacht. Als Ersatz dafür konnten bis in die neueste Zeit die Ausrodungen des Marienholzes an seinem Westrande benutzt werden, in Folge deren die grossen und kantig hervorragenden Steinblöcke ausgebrochen und zu technischer Verwendung weggeführt wurden. Aber auch ein guter Theil dieser Aufschlüsse ist bereits unter der Aufschüttung und Einebenung, durch welche der Boden zur Kultur vorbereitet werden soll, verschwunden.

Die Gesteine, welche man am Ehrenberge anstehend findet, sind theils geschichtet, theils massig.

Von geschichteten Gesteinen nimmt Thonschiefer einen ansehnlichen Theil des Rückens ein; Zechstein und Buntsandstein legen sich nur an den Fuss an.

Von massigen Gesteinen treten Grünsteine, Granite und Quarzporphyre in den Bau des Ehrenberges ein.

§. 3. Geologische Bedeutung des Ehrenbergs.

Nicht nur wegen der angedeuteten Mannichfaltigkeit der vorkommenden Gesteine, sondern auch wegen ihres Verhältnisses zu einander und zu denen des Thüringer Waldes verdient der Ehrenberg die besondere Beachtung der Geologen und hat sie auch gefunden.

Am Ehrenberge berühren sich Thonschiefer und Porphyr welche sich als die herrschenden Gesteine der südöstlichen und der nordwestlichen Hälfte des Thüringer Waldes in der Richtung von Amtgehren nach Eisfeld von einander scheiden. Zu Thonschiefer und Porphyr treten Grünsteine und Granite hinzu, welche neben ihnen recht charakteristische Gebirgsglieder des Thüringer Waldes sind; damit rechtfertigt sich die geologische Zugehörigkeit des Ehrenbergs zum Thüringer Wald-Gebirge; darauf begründet es sich, wenn Heim[1]) — 1803 — den Ehrenberg zu denjenigen Situationen rechnete,

[1]) Heim, Geologische Beschreibung des Thüringer Waldes. Th. 2, Abth. 3 und 4, S. 122 und 124.

welche von der Natur angelegt sind, um bei ihren grösseren Werken als Indices zu dienen.

Die erste monographische Beschreibung des Ehrenbergs erschien bereits im Jahre 1789. Sie rührt von J. C. W. Voigt [1]) her und enthält viele noch gegenwärtig sehr beachtenswerthe Nachrichten, wenn auch die beigegebene Karte nur wenig naturgetreu ausgefallen ist. Als Credner sen. [2]) im Jahre 1846, und K. v. Fritsch [3]) im Jahre 1860 ausführliche Schilderungen der Gegend von Ilmenau gaben, fand auch der Ehrenberg die ihm gebührende Berücksichtigung; beiden Schilderungen sind geognostisch-colorirte Karten beigegeben. Wenn ich nach ihnen meine Wahrnehmungen zusammenfasse, so glaube ich dazu durch die darin enthaltenen Nachträge und Berichtigungen und mit Rücksicht auf den inzwischen vollzogenen Umschwung eben so wohl der Gesteinslehre, als auch der Kartographie berechtigt zu sein.

§. 4. Geschichtete Gesteine des Ehrenbergs.

Von geschichteten Gesteinen geht allein Thonschiefer als wesentliches Glied in den Bau des Ehrenbergs ein. Derselbe findet sich am Ehrenberge selbst in zwei gesonderten Parthien. Die grössere Parthie nimmt das östliche reichliche Dritttheil des Rückens selbst ein bis unmittelbar zum Fusse bei Langewiesen; die kleinere Parthie breitet sich am westlichen Abhang aus. Sein Vorkommen wiederholt sich jenseits der Ilm, der Spinnerei gegenüber am Burgstein; dasselbe gehört zwar nicht mehr zum Ehrenberg, steht aber doch zu ihm in so naher Beziehung, dass es nicht unerwähnt bleiben darf; es ist nur von sehr geringer Ausbreitung.

Die Lagerung des Thonschiefers ist nur zur Seite der Chaussee am Südfusse des Berges deutlich wahrnehmbar. Die Schichten streichen hier in $7^{h}\,^{3}/_{4}$ und fallen mit 33° gegen SO.

[1]) J. C. W. Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. Leipzig 1780.

[2]) Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w., herausgegeben von v. Leonhardt und Bronn. Jahrgang 1846, S. 127 fgd.

[3]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XII, S. 97. fgd. Jahrgang 1860.

Schieferung ist in mehreren Richtungen vorhanden. Die Hauptschieferung und die Schichtung schneiden sich unter einem Winkel von etwa 110°. Die Schichtungsflächen sind rauh, die Schieferungsflächen eben bis parallel gefaltet.

Der Thonschiefer ist von sehr verschiedener Entwickelung, feinkörnig bis blätterig, grünlich und röthlich-grau bis bräunlich-roth, gleichförmig bis geadert und gefleckt. Die rothe Farbe der Adern und Flecke geht von Klüften und Spalten aus und breitet sich von da bis auf 2cm aus. Dieselbe rührt von beigemengtem Eisenoxyd her und diese Beimengung ist mitunter sehr reichlich. Blätterig wird der Thonschiefer durch eingestreute Glimmertäfelchen. Diese sind jedoch stets sehr klein und wenig scharf umgrenzt, mitunter verdrückt. Eine mechanische Aussonderung derselben ist mir nicht gelungen. Die Glimmertäfelchen schieben sich oft so nahe aneinander, dass ein dem Glimmerschiefer ähnliches Gestein entsteht. Die Aehnlichkeit mit Glimmerschiefer wird durch das Hervortreten von Quarzkörnchen noch entschiedener. Durch Verbindung von Eisenoxyd- und Glimmerführung entstehen dunkelrothe Glimmerschiefer.

Dass diese letzten Gesteine als Metamorphosen des gleichförmigen talkartigen Thonschiefers anzusehen sind, geht aus ihrem Auftreten besonders in der Nähe der Eruptivgesteine und innerhalb der von Eruptivgesteinen fast ringsum eingeschlossenen Räume, wie namentlich am westlichen Abhange des Ehrenbergs, hervor.

In unmittelbarer Berührung mit den Eruptivgesteinen steigert sich die Metamorphose nicht viel weiter. An einem Stücke von der Grenze des Grünsteins, oberhalb der Schneidemühle waren auch im Thonschiefer röthliche und gelbliche, matte Feldspath-ähnliche und blätterige, grüne, Chlorit-ähnliche Einschlüsse zu erkennen. In Berührung mit dem Granitgange der Schneidemühle erhält sich die Grenzscheide scharf. Der Thonschiefer ist hier sehr eben geklüftet und zugleich schiefrig aufgeblättert. Die Kluftflächen sind matt, braunroth, die Schieferungsflächen etwas dunkler, ins Grünliche. Mit der Lupe unterscheidet man dunklere schimmernde Blättchen in einer helleren Grundmasse. Der Granit selbst ist von einer schiefriglettigen Platte durchsetzt, deren Gestein milde ist, und so weich, dass es sich mit dem Messer schaben lässt; es fühlt sich lettig an. Die längere Zeit an der Luft gestandene oder abgeriebene Oberfläche ist matt, braunroth, die frische Schieferungsfläche schimmert von

eingestreuten dunkelen Blättchen. Dieses Gestein ist etwas wasserhaltig, aber frei von Kohlensäure. In Wasser eingelegt wird es schlüpfrig, ohne zu zerweichen. Es stimmt in allem Wesentlichen mit dem Thonschiefer überein, wie er unmittelbar neben dem Gange ansteht.

Der Thonschiefer zwischen dem Porphyr des Burgsteins und dem westlich davon durchsetzenden Grünsteingang ist voll von Pyrit und daraus entstandenem Brauneisenstein, auf welchen vor längerer Zeit ein Bergbau versucht wurde.

Der nicht metamorphosirte Thonschiefer, wie er neben der Chaussee über dem Ilmthale ansteht, hat sehr grosse Aehnlichkeit mit demjenigen, welcher sich südöstlich dem Möhrenbach über den Rücken des Thüringer Waldes ausbreitet, nur dass dort das Gestein häufig von Quarzadern durchzogen wird und sich mitunter zu eigentlichem Quarzit entwickelt. Richter[1]) hat diesen Thonschiefer als dem cambrischen und azoïschen Systeme zugehörig erkannt. Und demselben muss wohl auch das Vorkommen am Ehrenberg zugetheilt werden, sowie andere von mir in der Nähe aufgefundene, nämlich eines, zwischen den Porphyriten des hinteren und vorderen Schmiedehauptes eingekeilt und ein anderes unter dem Porphyrit zwischen dem Wohlroserberge und dem Gickelsberge auf der Thalsohle der Wohlrose hervortretend.

Etwa 70 Schritt unterhalb des Grünsteinganges der Schwärzfabrik durchsetzt eine steil gegen O. einfallende Kluft mit einer seitlich abgehenden Verzweigung den Thonschiefer; die steil aufgerichtete Kluft ist reichlich $2^1/_2$ M. weit. Beide Klüfte sind mit Thonschiefer- und Porphyr-Schutt, dessen Brocken nicht über Faustgrösse haben, erfüllt; an der Kluftwand wird die Ausfüllung lettig-bröckelig.

Der Zechstein und Buntsandstein lehnen sich nur so an den nordwestlichen und nordöstlichen Fuss des Ehrenbergs an, dass man durch ihr Auftreten das zu diesem Berge gehörige Gebiet begrenzen kann.

Der Zechstein füllt eine Mulde zwischen dem Ehrenberg und der Sturmheide aus, aber am Fusse des ersten tritt nur eines seiner obersten Glieder zu Tage, — der Plattenkalk des oberen Zechsteins. Er legt sich unmitelbar an die älteren

---

[1]) Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. Bd. IXX, S. 348, Jahrg. 1869.

Gesteine des Ehrenbergs an, ohne eine Hebung durch sie anzuzeigen.

Der Plattenkalk ist dunkelgrau; er löst sich in verdünnter, kalter Säure unter lebhaftem Aufbrausen auf unter Zurücklassung eines beträchtlichen thonigen Rückstandes. Er enthält neben Kalkerde auch ansehnliche Mengen von Talkerde und Eisenoxydul. Das nächst tiefere Glied des Zechsteins: Mergel und Letten mit Gyps, welcher letzte bei Ilmenau sehr mächtig entwickelt ist, wurde auf der Karte nur der Uebersicht wegen mit angegeben.

Die Grenze zwischen dem Gebiete des Ehrenbergs und dem sich gegen NO. weit ausbreitenden Buntsandstein ist nirgends aufgeschlossen, sie wird von zusammengerollten und zusammengeschwemmten Verwitterungsproducten ganz nahe anstehenden Gesteins bedeckt, welche einen ebenen Wiesenboden geliefert haben. Der Buntsandstein jenseits der Wiese trägt ganz die Charaktere des mittleren Buntsandsteins, in welchem meist lichte, starke Sandsteinbänke vorwalten.

Die Grenze kommt auf eine Verwerfungskluft hinaus, welche mit Thon und Trümmern erfüllt ist. Der Thon ist fett bis sandig, gelb, roth, braun und grau; körnige und dichte Carbonatgesteine sind ihm reichlich eingemengt. Am Holzrande oberhalb des Wiesengrundes finden sich theils verlassene, theils noch im Betrieb stehende Gruben auf diesen Thon, der als Ziegelerde reichlich verwendet wird. Die unter das Niveau der Thongruben hinabgehenden Schächte dienen zur Wasserabführung. Bei einigen Lachtern Tiefe erfolgt der Wasserabfluss durch sie rasch und vollständig.

§. 5. Massige Gesteine des Ehrenbergs.

Unter den am Ehrenberge auftretenden Eruptivgesteinen sind die Grünsteine die ältesten, dann folgen die Granite und hierauf die Quarzporphyre. Diese relative Altersbestimmung ergiebt sich ganz unleugbar aus den am Ehrenberge selbst sich darbietenden Durchsetzungen. Die Grünsteine durchsetzen den Thonschiefer und sind demnach jünger, als das cambrische System. Die Grünsteine werden wiederum von den Graniten durchsetzt, und gerade diese Durchsetzung ist mit sehr inter-

essanten Erscheinungen verbunden. Endlich die Quarzporphyre schieben sich als ein breites Band zwischen Grünsteine und Granite ein, und ihre Eruption fällt sehr wahrscheinlich, ja sicher in die Zeit des Absatzes vom Rothliegenden. Sie haben nämlich so viele Aehnlichkeit mit denen des Gückelhahns, dass man sie auch dem Alter nach damit identificiren kann. Die Quarzporphyre des Gückelhahns aber sind bankweise zwischen die Conglomerate und Tuffe des Rothliegenden eingelagert, und umgekehrt greifen solche Tuffe und Conglomerate zwischen seine Bänke zurück. Die Ergüsse der Quarzporphyre und die Ablagerungen der Tuffe und Conglomerate des Rothliegenden haben mit einander abgewechselt. Man überzeugt sich davon leicht durch Untersuchung des Gebietes zwischen dem Gückelhahn und Elgersburg. Allein auf diese ins Einzelne einzugehen, ist nicht meine Absicht.

Mit welchem Sedimentärgestein, zwischen der azoïschen Grauwacke und dem Rothliegenden Grünsteine und Granite gleichalterig sind, darüber geben die Lagerungsverhältnisse auch in der weiteren Umgebung von Ilmenau keinen Aufschluss.

§. 6. Grünsteine. Literatur.

Die Grünsteine des Ehrenbergs sind zuerst von Voigt beschrieben worden und theils unter diesem [1]) Namen aufgeführt, theils als Hornblendeschiefer [2]) bezeichnet. Heim [3]) erwähnt ihrer in derselben Weise. Credner sen. [4]) erkennt in ihnen theils Hornblende-, theils Augit-Plagioklasgestein. v. Fritsch [5]) bezeichnet sie theils als Amphibolite, theils als Diorite, theils als Gabbros.

Die erste kartographische Darstellung gab Voigt [6]); sie ist topographisch wie geologisch sehr mangelhaft. Ebenfalls noch

[1]) Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. S. 9.

[2]) Voigt, Ebendas. S. 12.

[3]) Heim, Geologische Beschreibung des Thüringer Waldgebirges. Th. 2. Abth. 3 und 4. S. 125 und 126.

[4]) Leonhard und Bronn, Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Jahrg. 1846. S. 132 und 134.

[5]) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Jahrg. 1860. Bd. 12. S. 99—102.

[6]) S. oben unter 1. Karte.

ungenau und unvollständig ist die Karte von v. Cotta[1]) in Bezug auf diese Gesteine. Credner[2]) und v. Fritsch[3]) gaben fast mehr Detail als ich wiederfinden konnte.

§. 7. Grünsteine. Ausbreitung der Stöcke und Gänge.

Wie es die beiliegende Karte zeigt, nehmen die Grünsteine durchaus keinen zusammenhängenden Raum ein, sondern vertheilen sich auf fünf getrennte Parthien.

Die beiden grössten unter denselben, welche durch eine Quarz-Porphyr-Zunge von einander getrennt werden, können als Stöcke bezeichnet werden; sie nehmen einen ansehnlichen Theil der Kuppe und der nordwestlichen wie südwestlichen Abhänge des Ehrenbergs ein. Die dritte Parthie steht oberhalb der Schneidemühle zwischen der Ilm und der Chaussee in einer Breite von 40 Schritt an und ist durch einen Steinbruch entblösst.

Die vierte und fünfte Parthie setzen beide gangförmig durch die ganze Breite des Ehrenbergs. Am steilen Ufergehänge der Ilm stehen sie felsig an; hier ist auch an mehreren Stellen der Contact mit dem Thonschiefer sichtbar. Die Contactflächen fallen senkrecht und verlaufen eben. Der westliche Gang unterhalb der Spinnerei hat eine Mächtigkeit von 18 Schritten, der östliche bei der Schwärzfabrik von 30 Schritten. Das Fortstreichen dieser Gänge über den Rücken und die Streichungsrichtung wird durch Grünsteinbrocken in der Ackerkrume angezeigt. Der Gang bei der Schwärzfabrik steht ausserdem noch in einem Feldwege unmittelbar an.

Der Thonschiefer zeigt sich nicht blos unmittelbar an der Contactfläche stark metamorphosirt, sondern bis in solche Entfernung davon, dass zwischen den zwei Gängen kein anderes als Glimmerschiefer ähnliches Gestein zu finden ist.

Wenn Credner[4]) und v. Fritsch[5]) vier Gänge aufführen, so ist die massige Parthie oberhalb der Schneidemühle auch

[1]) v. Cotta, geognostische Karte von Thüringen. Section I. 1844.
[2]) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Taf. I und II.
[3]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Taf. III und IV.
[4]) Neues Jahrbuch f. Mineralogie etc. Jahrg. 1846. S. 132.
[5]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. XII. Taf. III.

als Gang gerechnet, und wahrscheinlich ein Granitgang, von dem später die Rede sein soll, als Grünsteingang genommen. Die Bezeichnung der Gänge als Lager ähnliche, deren sich Credner [1]) bedient, entspricht nicht meiner Anschauung.

Der Meinung v. Fritsch's [2]), die Genesis dieser Gesteine sei unklar, wahrscheinlich seien sie metamorphische Gebilde, kann ich nicht beipflichten.

§. 8. Grünsteine. Makroskopische Beschreibung.

Die Grünsteine des Ehrenbergs enthalten nur zwei Mineralien als wesentliche Gemengtheile: ein rabenschwarzes und ein trübweisses.

Das rabenschwarze Mineral ist sehr deutlich blätterig, in Folge seiner Spaltbarkeit nach zwei Richtungen; es ist mir jedoch nicht gelungen, Spaltungsprismen mit so breiten und glatten Flächen herzustellen, dass der Spaltungswinkel mit dem Anlege-Goniometer hätte gemessen werden können; er weicht jedoch jedenfalls sehr weit von einem rechten ab. Die Dichte mittels der Schaffgottsch'schen Schwebmethode (s. weiter unten) bestimmt, schwankt zwischen 3,07 und 3,12. Die Härte ist etwas unter 6; sie ist verbunden mit einer gewissen Zähigkeit. Die Schmelzbarkeit gleicht der des Actinots; das Schmelzproduct ist ein schwarzes Glas, in welchem jedoch häufig weisse Flecken und Wolken Einschlüsse des zweiten wesentlichen Gemengtheils anzeigen; das Glühlicht ist ziegelroth, es zieht sich, wenn der Schmelzfluss weisse Stellen hat, ins Gelbe. Von Salzsäure wird das Mineral angegriffen.

Man kann demnach das rabenschwarze Mineral als Hornblende in Anspruch nehmen, mit Vorbehalt derjenigen Ergänzungen der Charakteristik, welche die mikroskopische und chemische Analyse noch liefern wird.

Das weisse Mineral lässt weder krystallinische Begrenzung erkennen, noch deutliche Spaltbarkeit. Seine Dichte, nach der Schaffgottsch'schen Schwebmethode (s. weiter unten) bestimmt, beträgt 2,70—2,78. Seine Härte ist nahe 6, eher etwas darunter als darüber. Es schmilzt etwas leichter als Orthoklas zu schau-

---

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. etc. Jahrg. 1846. S. 132.

[2]) Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. Bd. XII, S. 101.

migem weissem Glase. Beim Schmelzen entwickelt es ein starkes Glühlicht zuerst gelb, dann gelbroth in das Violette. Von Salzsäure wird es nicht sichtlich angegriffen. Es ist danach gestattet, das weisse Mineral für einen Feldspath und zwar von mittlerem Kieselsäuregehalt, d. h. Oligoklas oder Labrador zu nehmen. Indem ich die Resultate namentlich der chemischen Analyse vorgreife, bezeichne ich es der Kürze wegen schon hier als Labrador-Feldspath.

Innerhalb der breiteren Parthien des Vorkommens an den westlichen Abhängen und auf der Kuppe walten solche Mengungsverhältnisse vor, bei welchen makroskopisch der Labrador bis zur Unerkenntlichkeit zurücktritt, theils wegen Geringfügigkeit der Beimengung, theils wegen Kleinkörnigkeit. Dann entstehen sehr düstere bis rabenschwarze Gesteine, welche meist sehr feinkörnig und mehr oder minder schiefrig sind. Ihre Dichte fand ich nicht über 3,02. Sie sind es, die man bisher für Amphibolite oder Hornblende-Schiefer genommen hat.

Dieselben gehen durch Zunahme der Beimengung oder Vergrösserung des Korns des Labradors in lichtere, aber immer noch grünlich-schwarz-graue Gesteine über, deren Dichte von etwa 2,97 bis auf 2,91 herabgeht. Sie sind theils bis zum Aphanitischen feinkörnig, theils deutlich- bis grobkörnig. Die Gemengtheile der letzten erreichen bis 1 Cm. grössten Durchmesser.

Accessorische Gemengtheile von makroskopischer Grösse finde ich nur wenige.

Metallglänzende, eisenschwarze Flecke, welche auf der Bruchfläche nicht sehr deutlich hervortreten, entsprechen so kleinen Bröckchen des gekörnten Minerals, dass nur die grössten unter ihnen mit einer feinen Pincette gefasst werden können. Dem Magnete sind nur sehr wenige und kleine Bröckchen folgsam. Die Nachweisung von Magneteisen erscheint mir dadurch nicht sicher. Denn obgleich das Zerschlagen der Grünsteine in dichter Papierhülle vorgenommen wurde, so doch mit eisernem Hammer und auf eiserner Unterlage. Die Beimengung von Eisenspänen ist also kaum zu vermeiden. Die ausgelesenen metallglänzenden Bröckchen erwiesen sich als Eisenglanz und zwar Titanhaltigen oder Titaneisenerz.

Metallglänzende gelbe Körnchen von Pyrit sind selten; Kupferkies, den Credner und v. Fritsch als einen gewöhn-

lichen Uebergemengtheil bezeichnen, habe ich nicht gefunden.

Bräunlich- bis blut-rothe, glasglänzende, krystallinische Körnchen und zeisiggrüne ebensolche sind sehr sparsam eingestreut. Die ersten verhalten sich wie Granat, die andern wie Pistazit.

Häufiger noch als diese letzten, aber eben noch makroskopisch erkennbar, und aus dem zerschlagenen Gestein mittels Pincette und Lupe sehr schwer auslesbar sind gelbe bis hyacinthrothe, diamantartig glänzende Körnchen, die sich ganz unzweifelhaft als Titanit herausstellen.

Dunkelrothe Blättchen und Flittern lassen sich schwer ablösen; sie verhalten sich wie Eisenoxyd.

Glimmer und Apatit sollen nach Credner und v. Fritsch gewöhnliche Uebermengtheile sein; es ist mir nicht gelungen, sie nachzuweisen.

Endlich habe ich das von v. Fritsch erwähnte Vorkommen eines Prehnitartigen Minerals, und die Imprägnation mit Carbonat nicht wieder finden können.

Sämmtliche Grünsteine sind schwer zersprengbar und sehr zähe; sie eignen sich desshalb sehr wohl zur Strassenbeschüttung.

Dünnschliffe lassen sich aus eben diesem Grunde sehr leicht und vollkommen herstellen.

§. 9. Grünsteine. Berechnung ihrer Mengung aus der Dichte.

Da die Ehrenberger Grünsteine ausser Hornblende und Feldspath keine weiteren wesentlichen und reichlichen Gemengtheile enthalten, und da gerade diese beiden Mineralien sehr verschiedene Dichte haben, so schien mir der Versuch geboten, das Mengungsverhältniss aus der Dichte abzuleiten.

Aus dem gekörnten Gestein, ausgenommen das ganz rabenschwarze, liess sich die Hornblende in grösseren scheinbar reinen Stückchen auslesen, allein wenn man dieselben nochmals zerdrückte, zeigten sich immer wieder weisse Einsprenglinge. Der Labrador-Feldspath konnte zwar von vornherein nur in sehr kleinen Stückchen erlangt werden, aber diese erwiesen sich dann auch nach wiederholtem Zerdrücken als rein.

bei der düstern Gesammtfarbe der Gesteine erwartet, und dass von eigentlichen Amphiboliten noch keine Rede sein kann.

§. 10. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Hornblende.

Die Hornblende bietet sich in sehr verschiedenen Entwickelungsstufen dar vom vollkommen Krystallinischen bis zum Krystalloïdischen.

Die vollkommensten unter den grossen Krystallen (s. Fig. 1 Taf. IV) erscheinen im Querschnitt als Sechsecke um so regelmässiger, je mehr sich die Neigung des Schnittes zu den Seitenflächen dem Rechten nähert. Die Seitenflächen entsprechen also der an den Hornblende-Krystallen so gewöhnlichen Combination: ∞P und $\infty \breve{P} \infty$. Prismatische Spaltbarkeit parallel zu zweien der Seitenflächen, oder nach ∞P, ist so deutlich, dass die den Spaltungsrichtungen entsprechenden Discontinuitäten als schwarze Schraffirung erscheinen. Im vollkommenen Längsschnitte sind die Krystalle nur von parallelen Streifen durchzogen, die mehr oder weniger linear und scharf oder breit und matt hervortreten, je nachdem die Schliffläche eine der Spaltungsrichtungen mehr oder weniger rechtwinkelig schneidet. Mitunter sind die Krystalle gebogen oder gestaucht, dann verlaufen die Blätterdurchgänge wellig, klaffen auch wohl. Parallel der Streifung sind dann die Krystalle einfach begrenzt; quer dagegen beobachtet man an grösseren Krystallen fast nur gebogene, unebene bis abgesetzte und ausgezackte Begrenzung.

Unter den mittleren, kleinen und kleinsten Krystallen — s. Fig. 2 Taf. IV — finden sich sehr vollkommen entwickelte. Sie sind stets leistenförmig mit einer schrägen Endkante, oder zwei nahe symmetrisch zu einander gestellten. Die Längskanten und das eine schräge Endkanten-Paar sind dunkel gesäumt. Deutet man diese Krystalle monoklinisch, so muss die breite Leistenfläche dem klinodiagonalen Hauptschnitte entsprechen, die dunkelgesäumten Kanten kommen auf prismatische, die nicht gesäumten auf pinakoïdische Begrenzung hinaus; speciell auf die Krystallreihe der Hornblende bezogen, stellen sie die gewöhnliche Combination $\infty \breve{P} \infty . \infty P. P. oP$ dar. Sehr schmale, dünne und lange so geformte Krystalle sind nicht selten gebogen.

Durch Abrundung der Ecken und Kanten gehen die Krystalle

in Krystalloïde — s. Fig. 3, 4 u. 5, Taf. IV — über. Der Uebergang ist ein ganz allmählicher bis zu Schollen, in deren Umgrenzung keine geraden Linienelemente mehr vorkommen, auch wenn in ihrer Mitte bereits Spaltungsrichtungen erkennbar sind. Diese Schollen erreichen eine Ausdehnung, grösser als die der deutlichen Krystalle.

Die Krystalle gruppiren sich parallelstängelig, fächerförmig und sternförmig, sie sind auch häufig ganz regellos zu filzartig-dichten Massen — s. Fig. 6, Taf. IV — angehäuft, welche erst bei starker Vergrösserung den Schein des Gleichförmigen verlieren.

Die Krystalloïde — s. Fig. 7, Taf. IV — vereinigen sich zu vielfach aus- und eingebuchteten Massen.

Krystalle und Krystalloïde liegen häufig nahe neben- und untereinander.

Wahre Einlagerungen in der Hornblende sind nicht mannigfaltig. Sie sind theils opak und füllen namentlich die Klüfte zwischen Spaltungsflächen aus, theils erscheinen sie als langgezogene, nach aussen scharf umgrenzte, nach innen sehr schmal umsäumte Schläuche, häufiger parallel hintereinander oder nebeneinander geordnet, als umgebogen, und die Spaltungsrichtungen, wo solche erkennbar sind, durchkreuzend — s. Fig. 8, Taf. IV —. Die opaken Einlagerungen für etwas Anderes zu nehmen, als für Eisenoxyd und etwa noch Eisenoxydhydrat, liegt kein Grund vor. Die Schläuche können wegen der Schmalheit der dunkeln Umrandung nicht Gas-Cavernen sein; ob sie von einem Liquidum oder einer starren Substanz herrühren, muss dahin gestellt bleiben.

Die Farbe der Hornblenden ist gras- bis span-grün ins Gelbe und Braune. Je dünner die Krystalle und Krystalloïde, desto blasser wird die Farbe, bis zur Farblosigkeit. Doppelte Brechung zeigen sie durchgängig. Ihr Dichroïsmus ist sehr ausgezeichnet, er tritt nur dann zurück, wennn die Farbe blass ist. Ist ein Krystall nahe rechtwinklig gegen die Hauptaxe durchschnitten, so erscheint er grünlich-gelb bis gelblich-grün, wenn der Hauptschnitt des polarisirenden Nikols der kurzen Diagonale des Spaltungsprismas entspricht, bräunlich- bis schwärzlich-grün, wenn derselbe der langen Diagonale entspricht. Ist ein Krystall parallel der Hauptaxe durchschnitten, so erscheint er hellgelb bis grünlichgelb, wenn der Hauptschnitt des polarisirenden Nikols rechtwinklig zur Hauptaxe steht, bläulich- bis bronze-

grün, wenn derselbe parallel dazu ist. Die krystalloïdischen Schollen verhalten sich wie Krystalle in dieser letzten Lage.

§. 11. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Einfach blätteriges-faseriges Mineral.

Namentlich im dunklen Grünstein bei der Herrenmühle findet sich neben der Hornblende noch ein anderes prismatisches Mineral. Es ist nur nach einer Richtung parallel der Längsaxe spaltbar, mitunter aufgeblättert. Seine Farbe ist braun. Es ist deutlich doppeltbrechend und dichroïtisch; der Dichroïsmus ist analog entwickelt, wie bei der Hornblende, indem die Farbe hell und gelb wird, wenn der Hauptschnitt des polarisirenden Nikols rechtwinklig zur Spaltungsrichtung steht, dunkel und braun, wenn derselbe damit parallel ist. Solche Prismen — s. Fig. 9. Taf. IV — aggregiren sich meist fächer- und sternförmig am häufigsten um einen opaken Eisenerzkern; aber eben so wohl, wie Eisenerzkerne ohne braune Umgebung vorkommen, findet man auch braune Prismengruppen ohne Eisenerzkerne.

Diesem blätterigen Mineral ist faseriges aus den Grünsteinen bei der Schneidemühle und bei der Spinnerei verwandt — s. Fig. 6, Taf. IV — von grünlicher und bräunlicher Farbe, nur schwach doppeltbrechend und noch schwächer dichroïtisch. Es zieht sich eben so wohl zwischen Feldspathen und Hornblenden hindurch, als es Eisenerzkerne umgiebt.

Beide letzterwähnte Mineralien könnten für Diallage gelten, wenn sie nicht so deutlich dichroïtisch wären. Bei der Unmöglichkeit, sie zur genaueren Untersuchung zu isoliren, und bei der Unbestimmtheit der Krystallform, ist die Ansicht, sie seien ein Glied der Bisilicatreihe, nur Vermuthung.

§. 12. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Glasiges Mineral.

Noch weniger bestimmbar ist eine amorphe, wasserklare, einfach brechende Substanz mit traubiger Oberfläche, welche in dem Grünstein bei der Schneidemühle opake Eisenerzkerne umschliesst — s. Fig. 10. Taf. IV —. Ein Glas ist sie jedenfalls.

Zwischen den Hornblenden, den braunen blätterigen und faserigen und den glasigen Mineralien lassen sich manche Vorkommnisse als Uebergangsbildungen einordnen, und machen es wahrscheinlich, dass sie alle zu einer Entwickelungsreihe mit der Hornblende gehören.

§. 13. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Labrador. Feldspath.

Die Labrador-Feldspathe treten in viel zusammenhängenderen, grösseren Parthien auf, als die Hornblenden. Ihre äussere Umgränzung lässt jedoch viel seltener Durchschnitte durch ebene Flächen aus der Krystallreihe des Labradors erkennen. Die Spaltbarkeit zeigt sich mitunter vollkommen deutlich; den zwei Spaltungsrichtungen entsprechen oft haarscharfe Linien; dieselbe tritt jedoch mitunter bis zur Unkenntlichkeit zurück.

Die Labrador-Feldspathe bieten das für die älteren Eruptivgesteine gewöhnliche mikroskopische Bild — s. Fig. 11. Taf. IV —. Sie sind fleckig durch den Wechsel farbloser, wasserklarer und bräunlich-grauer, trüber Stellen. Die Trübung löst sich auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht immer in einzelne Staubkörnchen auf, sondern bleibt auch dann häufig noch gleichförmig. Die klaren und trüben Stellen sind bald scharf getrennt, bald gehen sie stetig in einander über. Zu der Krystallisation hat ihre Ausbreitung und Vertheilung durchaus keine Beziehung; die Spaltungsklüfte und Striche ziehen sich gerade durch sie hindurch.

Die klaren Stellen zeigen sich deutlich doppeltbrechend; zwischen den Nikols färben sie sich mitunter recht lebhaft. Liegt die eine der Spaltungsrichtungen in der optischen Axe des Mikroskops, so erscheint eine oft gar schöne zweifarbige Streifung. Dadurch ist lamellere Zwillingsbildung bestimmt angezeigt und man wird schwerlich irren, wenn man die Zusammensetzungsfläche auf den brachydiagonalen Hauptschnitt bezieht, dem sie bei den makroskopischen Zwillingen der plagioklastischen Feldspathe gewöhnlich entspricht. Die trüben Stellen ändern in der für den in Zersetzung begriffenen Feldspath älterer Eruptivgesteine eigenthümlichen Weise zwischen den Nikols weder Beleuchtung noch Färbung.

Einschlüsse sind in den Feldspathen selten. Die meisten derselben stimmen ganz überein mit den kleinen, blass-grünen bis farblosen Krystallen und Krystalloïden der Hornblende. Ausserdem erscheinen gelbrothe Tüpfel, Flecken und Wolken, deren Bestimmung als Rotheisenstein unbedenklich ist. Am seltensten sind Züge und Schwärme von scharf und schmal eingesäumten Schläuchen, die wenigstens keine Gas-Cavernen sein können, um so weniger, als die grösseren mitunter feststehende Libellen einschliessen — s. Fig. 12. Taf. IV —.

§. 14. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Eisenglanz oder Titaneisenerz, Roth- und Brauneisenstein. Pyrit.

Die im durchfallenden Licht ganz schwarzen, im auffallenden dunkel-violett-metallisch glänzenden, allgemein verbreiteten Eisenglanze oder Titaneisenerze — Fig. 2, 6, 9, 10. Taf. IV — der Ehrenberger Grünsteine sind von sehr verschiedener Grösse, — jedoch wohl nicht über 1,5 Mm. Durchmesser —. Ihre Querschnitte lassen krystallinische Formen nicht erkennen, ja nicht einmal wesentlich geradlinige Umgrenzung. Ihre Vertheilung ist eine sehr ungleichmässige. Von der Umhüllung derselben durch blätterige, faserige und glasige Mineralien war bereits die Rede (s. §. 11 u. 12).

Eisenoxyd und Eisenoxyd-Hydrat zeigen sich in Tüpfeln, Flecken — s. Fig. 13. Taf. IV — und Flammen nicht nur als Einschlüsse in den Feldspathen, wie bereits erwähnt, und in andern Mineralien, sondern auch als Ausscheidung an Grenz-, Trennungs- und Spaltungs-Flächen.

Der Pyrit tritt mikroskopisch sehr zurück. Nur einmal fand ich ihn in einem Dünnschliff vom Grünstein bei der Spinnerei mit quadratischem Querschnitt, bei Beleuchtung von oben, gelb, metallisch-glänzend.

§. 15. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Granat, Epidot und Titanit.

Granat und Epidot dürften nur sehr vereinzelt in makroskopischen Massen vorkommen; bei der mikroskopischen Untersuchung der Dünnschliffe sind sie mir nicht aufgefallen,

Umgekehrt wie mit Granat und Epidot steht es mit Titanit, der makroskopisch selten und mikroskopisch überall auffindbar ist, namentlich aber in dem Grünsteine des Ganges bei der Spinnerei. Die Form des Titanits — s. Fig. 14. Taf. V und Fig. 15. Taf. IV — ist zwar meist geradlinig umgrenzt, aber sehr mannigfaltig ein- und ausgezackt; auf einheitliche Krystalle lässt sie sich durchaus nicht beziehen und auch nach dem gewöhnlichen Gesetze gebildete Zwillinge oder Viellinge lassen sich darin nicht erkennen. Diese äussere Form ist gar nicht erklärlich, wenn man nur den Titanit ins Auge fasst, wird es aber wohl, wenn man von den Nachbarkrystallen ausgeht. Feldspathe und Hornblenden schieben sich mit den ihnen eigenthümlichen Formen in die Masse der Titanite hinein. Der Titanit hat danach hier keine frei entwickelten, eigenthümlichen Formen; er füllt nur Zwischenräume, die Feldspathe und Hornblenden übrig gelassen haben, aus.

Damit stimmt auch überein, dass Spaltungsklüfte wenigstens in einer Richtung deutlich als scharfe Linien sichtbar sind, aber zu den äusseren Grenzen keine Beziehung haben.

Neben den Spaltungslinien erscheinen noch andere etwas breitere, die man bei geringer Vergrösserung für gewundene Sprünge zu nehmen geneigt ist, die sich aber meist bei starker Vergrösserung als bestäubte oder getrübte Flächen ausweisen. Von ihnen, wenn sie nahe in der Richtung der Focalebene durchstreichen, rührt auch die eigenthümliche, in das Braune spielende Schattirung her, durch welche der Schnittfläche der Anschein der Unebenheit gegeben wird.

Der Titanit der Ehrenberger Grünsteine weicht demnach wesentlich von dem Habitus ab, den Zirkel[1]) als bezeichnend annimmt, namentlich giebt er sich nicht als „verhältnissmässig früh erfolgte Ausscheidung" zu erkennen.

§. 16. Grünsteine des Ehrenbergs. Mikroskopische Analyse. Quarz.

Man wird viele Proben der Ehrenberger Grünsteine vergeblich auf einen Quarzgehalt untersuchen. An einzelnen Stellen

[1]) Zirkel, Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien u. Gesteine. Leipzig 1873. S. 218.

aber, namentlich in den Grünsteinen bei der Spinnerei und bei der Schwärzfabrik — s. Fig. 16. Taf. V — liegen wasserklare, aber Cavernen-reiche, stark doppeltbrechende, zwischen den Nikols lebhaft gefärbte, am Rande regenbogenfarbig eingesäumte Körner nahe neben einander; das sind, wenn man die angegebenen Merkmale mit Recht als zureichend zur Bestimmung ansieht, Quarze. Solche Stellen haben auch bereits Zirkel [1]) vorgelegen und ihn zu der nicht ganz richtigen Behauptung, die Ehrenberger Grünsteine seien reich an Quarz, veranlasst.

In der Umgrenzung der Quarzkörner zeigt sich keine Andeutung von Krystallisation.

Die Cavernen der Quarze sind sehr klein, nach aussen scharf umgrenzt, nach innen schmal und schwach umsäumt; die grösseren — s. Fig. 17. Taf. IV — enthalten häufig unbewegliche Libellen. Neben ihnen finden sich auch kleinste Hornblendekrystalle und Eisenoxyd-Flittern häufig.

§. 17. Grünsteine. Mikroskopische Analyse. Schluss.

Die Grünsteine des Ehrenbergs geben ein nur in wenigen Hauptzügen übereinstimmendes Bild.

An einzelnen Stellen sind sie Aggregate vollkommen krystallinisch entwickelter Mineralien, an anderen Stellen liegen vollkommen krystallinische und nur krystalloïdische Mineralien dicht und bunt nebeneinander, an noch anderen sieht man nur krystalloïdische Entwickelung, aber nie krystallitische und nur sehr selten hyaline.

Die Grösse der einzelnen Gemengtheile und das Mengungsverhältniss schwanken innerhalb sehr weiter Grenzen.

Bei alledem ist aus der mikroskopischen Analyse kein Grund dafür zu entnehmen, dass die Ehrenberger Grünsteine specifisch von einander verschieden seien.

Verglichen mit anderen ähnlichen, d. h. dioritischen Grünsteinen, bietet die Mikrostructur der am Ehrenberge vorkommenden zwar recht bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten und Neuheiten dar, bewahrt aber doch im Grossen und Ganzen den bereits durch Behrens u. A. bezeichneten Charakter.

[1]) Zirkel, Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien u. Gesteine. Leipzig 1873. S. 402.

§. 18. Grünsteine. Chemische Analyse.

Von den Gemengtheilen der Grünsteine konnten nur die beiden wesentlichen, die Hornblenden und die Feldspathe, mechanisch so ausgesondert werden, wie es zur Ausführung einer chemischen Analyse erforderlich ist.

§. 19. Grünsteine. Chemische Analyse. Hornblende, hornblendereiche Grünsteine.

Da die Hornblende in den Grünsteinen des Ehrenbergs meist erheblich vorwaltet und makroskopisch deutlich blätterig ist, so erwartet man nicht, dass es schwierig sei, genügende Quantitäten davon rein auszulesen. In der That ergab sich aus dem gekörnten Gestein eine reiche Auslese rundum grüner Körnchen. Wurden aber dieselben weiter zerschlagen, so traten auf den neuen Bruchflächen weisse Flecken von neuem hervor und die Quantität der scheinbar reinen Hornblendekörnchen hatte nach Entfernung der weiss gefleckten beträchtlich abgenommen. Diese Körnchen wurden nun im Stahlmörser gepulvert und zur weiteren Untersuchung verwendet. Indessen liess bereits das im Stahlmörser gewonnene Pulver erkennen, dass doch noch Feldspath beigemengt war. Nach gehöriger Verfeinerung im Achatmörser hatte das Pulver eine graugrüne Farbe. Nach anhaltendem Verweilen im Wasserbade hatte es $^1/_2$—$1\,^1/_3\,\%$ an hygroskopischem Wasser verloren. Nach mässigem Glühen verfärbte es sich in das Ockergelbe und verlor nochmals bis über 3% am Gewichte. Der Gewichtsverlust steigerte sich durch stärkeres und längeres Glühen nicht mehr. Durch Berechnung des Glühverlustes als Wasser, und Aufschliessung des Glührückstandes mittels kohlensauren Natrons stellte sich die Zusammensetzung der Hornblende folgendermaassen heraus:

Hornblende aus den Grünsteinen des Ehrenbergs.

	I. Bei der Herrenmühle	II. Oberhalb der Schneide-mühle	III. Oberhalb der Spinnerei	IV. Bei der Schwärz-fabrik
Kieselsäure	43,26	46,35	43,19	46,07
Titansäure	0,82	0,45	0,55	0,00
Eisenoxyd	16,44	13,10	19,03	12,93
Thonerde	12,18	19,07	19,55	19,89
Kalkerde	10,93	10,39	11,69	10,69
Talkerde	10,84	4,19	2,62	5,00
Wasser	2,57	2,53	3,18	1,53
Summe	97,04	96,08	99,81	96,11

Da die mit Salzsäure versetzte Schmelze nach dem Eindampfen anhaltend über 100° erhitzt war, durfte vorausgesetzt werden, dass die etwa vorhandene Titansäure unlöslich geworden sei und ganz bei der Kieselsäure geblieben; was aus dieser letzten durch saures schwefelsaures Kali ausgeschieden werden konnte, ist als der vollständige Titansäuregehalt angegeben; diese Angabe ist demnach eher zu gering als zu hoch. Das ungeglühete Material enthielt das Eisen nicht nur als Oxyd, sondern auch als Oxydul. Dem Eisenoxyd war etwas Manganoxyd beigemengt; die Beimengung, obgleich qualitativ sicher nachweisbar, ist jedoch quantitiv nur als Spur zu bezeichnen. Die Kalkerde, als Oxalat gefällt, war manganfrei. Auf Phosphorsäure wurde vergeblich angefragt.

Zufolge der bereits angedeuteten Beimengung von Feldspath ergiebt die Analyse, ohne Rücksicht auf die Alkalien, einen Verlust, der nur bei III. innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen liegt.

Ist diese Erklärung des Verlustes der Analysen richtig, so steht zu vermuthen, die makroskopisch feldspathfreien, bisher als Hornblendeschiefer bezeichneten Grünsteine des Ehrenbergs haben dieselbe Zusammensetzung, wie diese scheinbar reinen Hornblendekörnchen aus dem dioritischen Grünsteine. Diese Vermuthung wird durch folgende vollständige, durch Ausschliessung nicht nur mittels kohlensauren Natrons, sondern

auch mittels Fluorwasserstoffsäure ausgeführte Analysen als richtig bewährt.

Hornblendereiche Grünsteine des Ehrenbergs.

	I. D = 3,02	II. D = 2,93
Kieselsäure	47,26	52,37
Titansäure	0,30	0,59
Eisenoxyd	16,40	14,60
Thonerde	14,26	15,55
Kalkerde	9,98	8,21
Talkerde	7,87	5,12
Natron	3,00	2,45
Kali		0,13
Wasser	0,37	1,07
Summe	99,59	99,89

Das feine Pulver dieser sogenannten Hornblendeschiefer war graugrün; es enthielt ½ % hygroskopisches Wasser. Durch mässiges Glühen wurde es ockergelb und verlor am Gewicht zwischen 0,5 und 1,1 % an hydratischem Wasser.

Der Titansäure-Gehalt ist hier, wie vorhin, bestimmt. Eisenoxydul fehlt nicht, sondern auf dasselbe ist nur nicht Rücksicht genommen worden. Mangan liess sich qualitativ sehr deutlich nachweisen. In II war auch Phosphorsäure nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ (0,7 %) bestimmbar.

Die eben angeführten Analysen stimmen mit einer Mehrzahl derer überein, welche von gemeinen als Gesteinsgemengtheile vorkommenden Hornblenden vorliegen und bei welchen auf die Scheidung von Eisenoxyd und Eisenoxydul noch nicht Bedacht genommen wurde. Namentlich die jedenfalls nahe feldspathfreie Hornblende bei der Spinnerei vergleicht sich sehr gut mit einer Hornblende von Kimito, die Moberg [1]) untersuchte. Eine eingehendere, die Oxydationsstufe des Eisens berücksichtigende Untersuchung wurde nicht ausgeführt, weil die Zugehörigkeit

[1]) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. S. 491 u. 492.

des rabenschwarzen Mineralgemengtheils zur Hornblende bereits nicht mehr bezweifelt werden kann, und das Vorkommen viel weniger dazu geeignet ist, eine Entscheidung über das chemische Wesen der Hornblende herbei zu führen, als vielmehr die genauesten Angaben über die chemische Zusammensetzung auch einer Mehrzahl anderer Vorkommnisse als unmaassgeblich zu bezeichnen. Denn wie in diesen so in fast allen Fällen mengt sich die Hornblende bei der Gesteinsbildung mit Feldspath und dürfte wie in diesem, so auch in anderen Fällen bei scheinbarer, d. h. makroskopischer Reinheit, mikroskopische Feldspathe einschliessen und demnach viel Thonerde enthalten. Die Thonerde, die der chemischen Charakteristik der gemeinen Hornblenden so viele Schwierigkeiten darbietet, hört dann — wenigstens zum Theil — auf ein Bestandtheil zu sein; sie zeigt vielmehr einen Einschluss von Feldspath an.

Während die Thonerde und mit ihr die Kalkerde nur zum Theil, so ist die Titansäure ganz aus der Zusammensetzung der Hornblende ausgeschlossen. Die Titansäure kann aber eben so wohl von eingeschlossenem Titaneisenerz, als Titanit herrühren, welche beide makroskopisch wie mikroskopisch in inniger Verknüpfung mit der Hornblende wahrnehmbar sind. Dadurch entsteht ein weiteres, noch schwieriger zu beseitigendes Hinderniss gegen die Formulirung der Zusammensetzung dieser Hornblenden.

Vergleicht man mit einander die Analysen der Hornblenden aus den Grünsteinen und der hornblendereichen Grünsteine des Ehrenbergs, so sind beträchtliche Unterschiede nicht zu verkennen, besonders in Bezug auf den Talkerde-Gehalt. Es ist nicht ebenso einerlei Hornblende, die in diesen Grünsteinen vorkommt, wie es einerlei Feldspath zu sein scheint.

Schliesslich darf es nicht unerwähnt bleiben, dass die analysirten hornblendereichen Grünsteine dieselben sind, deren Feldspathgehalt aus Dichtigkeitsverhältnissen oben (s. §. 9) zu 12 % und zu 38 % berechnet wurde.

§. 20. Grünsteine. Chemische Analyse. Labrador-Feldspath.

Der Name L a b r a d o r - F e l d s p a t h ist bis jetzt nur vorgreiflich gebraucht worden; denn wenn auch die minera-

logischen Merkmale einen Feldspath anzeigen, und die mikroskopische Analyse einen plagioklastischen, so kann doch in diesem, wie in allen anderen Fällen, erst die chemische Zusammensetzung die Stellnng in der Reihe der plagioklastischen Feldspathe genauer bestimmen.

Die Feldspathe liessen sich am bequemsten aus zwei Probestücken gewinnen, von denen das eine bei der Herrenmühle, das andere bei der Spinnerei geschlagen war. Die ausgelesenen Körnchen waren in der That so rein, dass sie unter der Lupe vollkommen homogen erschienen.

Die Analysen wurden im Laboratorium des mineralogischen Museums von Herrn Dr. Brockhoff ausgeführt. Die Aufschliessung wurde einmal mittels kohlensauren Natrons, ein zweites Mal mittels Fluorwasserstoffsäure ausgeführt. Die Resultate sind folgende:

Labrador-Feldspathe aus den Dioriten bei der

	Herrenmühle			Spinnerei		
	Procente	Sauerstoff		Procente	Sauerstoff	
		Gehalt	Quotient		Gehalt	Quotient
Kieselsäure	50,96	27,18	5,97	52,74	28,13	6,05
Thonerde mit etw. Eisenoxyd	29,11	13,65	3	28,90	13,49	3
Kalkerde	13,22	3,78		6,65	1,90	
Natron	3,81	0,98	1,09	6,19	1,60	0,90
Kali	1,25	0,21		3,10	0,53	
Wasser	1,45			1,90		
Summe	99,80			99,38		

Die Resultate weisen mit unzweideutiger, ich möchte sagen, ungewöhnlicher Schärfe auf diejenige Stufe in der Reihe der plagioklastischen Feldspathe, welcher man den Namen Labrador als Speciesnamen beizulegen noch immer gewohnt ist. Dieselben erscheinen dazu geeignet, sie zur Prüfung der Tschermack'schen Hypothese über die chemische Zusammensetzung der Feldspathe zu verwenden. Dazu sind die Kalkerde auf Anorthit, d. i. singulosilicatisch, die Alkalien auf Albit, d. i. trisilicatisch zu be-

rechnen, oder die Summe aus dem Vierfachen des Sauerstoffs in der Kalkerde und dem Zwölffachen des Sauerstoffs in den Alkalien muss gleich sein dem Sauerstoff in der Kieselsäure. Es ist aber für den Labrador-Feldspath:

der Herrenmühle		der Spinnerei	
$4 \times 3{,}78$	$= 15{,}12$	$4 \times 1{,}90$	$= 7{,}60$
$12 \times (0{,}98 + 0{,}21)$	$= 14{,}28$	$12 \times (1{,}00 + 0{,}53)$	$= 25{,}56$
	29,40		33,16

Das ist beträchtlich mehr als die Analyse ergiebt. Indessen treten etwaige Abweichungen bei dieser Art der Berechnung sehr stark hervor, da ein kleiner Fehler in der Bestimmung der Basen, namentlich der Alkalien, einen grossen Fehler in der Angabe des Sauerstoff-Gehaltes der Kieselsäure mit sich bringt; und dann ist eben der Feldspath nicht mehr frisch, sondern stark in Veränderung begriffen; das zeigt diese Prüfung bestimmter an, als die gewöhnliche Berechnung.

Die beiden Feldspathe, deren Analyse eben gegeben ist, stammen aus den ihrem Anstehen nach verschiedenartigsten Grünsteinen des Ehrenbergs. Ihre sehr nahe Uebereinstimmung erlaubt es, auch die Feldspathe der übrigen Grünstein-Vorkommnisse auf Labrador zu beziehen.

§. 21 Grünsteine des Ehrenbergs. Schluss.

Dem Vorstehenden gemäss stellen sich die Grünsteine des Ehrenbergs als Glieder einer einheitlichen Reihe dar, allerdings unter sich nach Quantität und Qualität der Gemengtheile verschieden, aber doch nicht so sehr, dass sie nicht mehr als das Product einer Eruption angesehen werden könnten.

Sie gehören unstreitig zu den Hornblende-Grünsteinen und können als Labrador-Diorite bezeichnet werden, wenn man den Namen Diorit auf alle Hornblende-Feldspathgesteine ausbreiten will. Man müsste dann die Mehrzahl der bisherigen Diorite als Oligoklas-Diorite bezeichnen, den Kugel-Diorit oder Corsit, wie auch schon häufig geschehen ist, als Anorthit-Diorit.

Die lange gehegte Meinung, Hornblende vertrage sich nicht mit einem kieselsäureärmeren Feldspath als Oligoklas, gehörte ja der Kenntniss des Kugel-Diorites gegenüber schon zu den

verwerflichen Irrthümern. Und das Vorkommen von Labrador-Dioriten, welches Erdmann [1]) auf Grund qualitativer Untersuchungen für Schweden geltend gemacht hat, ist bereits mehrfach exact bewährt, namentlich durch Delesse [2]) für Pont-Jean bei St. Maurice im Moselthale und durch König [3]) für Diluvialgeschiebe, die bei Berlin gefunden waren.

Der neue Fundort des Labrador-Diorits am Ehrenberg ist in den Sammlungen als Diorit schechthin und als Amphibolit ziemlich verbreitet; er zeichnet sich durch seine frische Beschaffenheit aus.

Vergleicht man den Labrador-Diorit des Ehrenbergs mit den andern am Thüringer Wald vorkommenden Grünsteinen, so läst sich Uebereinstimmung mit denen erwarten, welche bei Schmiedefeld anstehen. Dagegen sind von den Grünsteinen des östlichen Thüringer Waldes nur etwa die vor Kurzem von Gümbel aufgestellten Epidiorite vergleichbar. Die grosse Mehrzahl der Grünsteine des östlichen Thüringer Waldes gehört zu den Augit-Grünsteinen, und noch specieller zum Diabas. Der Epidiorit [4]) hingegen ist ein Hornblende-Grünstein, der Augit nur selten führt, dem er auch wohl ganz fehlt; derselbe schliesst unregelmässig begrenzte Putzen von plagioklastischem Feldspath ein, der nach Gümbel's Vermuthung sogar, wenigstens ursprünglich, Labrador ist; allein der charakteristische Gemengtheil des Epidiorits ist weder die Hornblende, noch der Feldspath, sondern ein chloritisches Mineral, welchem Gümbel den Namen Chloropit [5]) beigelegt hat. Dieser Chloropit ist durch die Reihe der Diabase weit verbreitet, wenn man Liebe's [6]) Diabantochronnyn als Varietät mit hinzunimmt. Nach einem solchen Gemengtheil aber sucht man in den Ehrenberger Grünsteinen vergebens. Unter den Fundpuncten des Epidiorits, und zwar den hervorragenden führt Gümbel übrigens einen dem Ehrenberg benachbarten

---

[1]) Verhandlungen der Stockholmer Academie 1847. Nach König, Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. 20. S. 367. 1868.

[2]) Ann. d. mines. 3. ser. t. XVI. p. 339. suiv.

[3]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. 20. S. 365. fg. 1868.

[4]) Gümbel, Die palaeolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. 1874. S. 10 fgde.

[5]) s. oben. S. 27.

[6]) Liebe, Die färbenden Mineralien der Diabase des Voigtlandes und Frankenwaldes. Programm des Gymnasiums zu Gera. 1869.

Grünstein-Durchbruch, nämlich den vom Sauerstein bei Königsee auf.

§. 22. Granite des Ehrenbergs.

Die Vorkommnisse von Granit am Ehrenberg zerfallen in zwei Gruppen von allerdings räumlich sehr ungleicher Bedeutung. Die eine am Ehrenberge breit auftretende Gruppe findet sich auch an andern Stellen des Thüringer Waldes wieder, namentlich im oberen Ilmthale und in den westlichen Ausläufern desselben; sie entwickelt sich nach mehreren Richtungen zu recht verschiedenartigen Gesteinen, zwischen denen ich zwar nicht ganz stetige Uebergänge, aber noch weniger Grenzscheiden nachzuweisen vermag; diese Gesteine sind bereits von Voigt, Heim, Credner und v. Fritsch beschrieben worden. Die andere Gruppe beschränkt sich auf einen kleinen Raum, auf ein gangartiges Vorkommen am Burgstein und bei der Spinnerei; am erst genannten Orte ist sie von v. Fritsch aufgefunden worden. Der Kürze wegen seien sie als Granit der Saigerhütte und des Burgsteins bezeichnet.

§. 23. Granit der Saigerhütte, mittelkörniger. Makroskopische Beschreibung.

Am südwestlichen Fusse des Ehrenbergs, wo ehedem die Ilmenauer Saigerhütte stand, neben der jetzigen Chaussee von Ilmenau nach Langewiesen, ragen Granitfelsen aus einem niedrigen, aber steilen Abhange heraus. Dieser Abhang wurde für die Anlage der Saigerhütte, namentlich für die Radstube derselben durch Anschürfung erzeugt und bot früher ein schönes Profil, an dem Voigt [1]) eine Zerklüftung nach drei Hauptrichtungen erkannte. „Einige Klüfte ziehen sich von S. nach N., andere von SW. nach NO., noch andere fallen von N. nach S.“ Derselbe Granit ist ausserdem durch einen noch jetzt, aber nur schwach betriebenen Steinbruch entblösst und steht auch im Ilmbett und auf der Sohle eines Hohlwegs jenseits der Ilm an.

[1]) J. C. W. Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. Leipzig 1789. S. 7.

Der Granit ist von mittlerem Korn, im Ganzen ziemlich lichte, graulich und röthlich. Auch die frischesten Stücke, die man bei der Saigerhütte davon findet, sind ziemlich leicht zersprengbar. Der Verwitterung ist das Gestein sehr zugänglich; es verfärbt sich dabei stark ins Rothe und wird mürbe. Die Verwitterung geht von den Glimmerblättchen aus, welche einen metallartigen Glanz annehmen und um sich einen rothen Hof verbreiten. Seine mittlere Dichte ist 2,7.

Der vorwaltende Gemengtheil ist Feldspath. Derselbe ist nicht deutlich spaltbar, hat eine Härte etwas unter 6 und eine Dichte von 2,681. Dieselbe wurde wegen der Kleinheit der Körnchen mittels der Schaffgottsch'schen Schwebmethode bestimmt. Seine Farbe ist weiss ins Grauliche, Grünliche und Gelbliche; er entwickelt nur einen schwachen Glas- bis Perlmutterglanz. Er schmilzt nahe eben so schwer, wie Adular, zu weissem etwas schaumigem Glase. Gegen den Feldspath tritt der Quarz entschieden zurück; er ist nicht krystallinisch umgrenzt, trübe röthlich-grau. Bräunlich-grüner Glimmer und rabenschwarze Hornblende sind gewöhnlich sparsam beigemengt; in der Mehrzahl der Brocken erkennt man nur Glimmer, in der Minderzahl nur Hornblende, in verhältnissmässig wenigen Brocken beide neben einander. Unter diesen als wesentlich anzusehenden Gemengtheilen erreicht allein der Feldspath eine hervorragende Grösse, bis über 25 Mm. längsten Durchmesser; so grosse Feldspathe sind aber von Glimmer durchsetzt; sie geben dem Gestein ein porphyrartiges Aussehen. Nicht selten sondert sich der Glimmer in eiförmigen Massen aus von 5 bis 30 Cm. Durchmesser, die aber durch allmähliche Uebergänge fest mit dem übrigen Granite verbunden sind. Der einzige accessorische Gemengtheil von allgemeinerer Verbreitung ist Titanit in kleinen, aber deutlichen Krystallen der gewöhnlichen Combination $^{2}/_{3}$ $\mathcal{P}$ 2, oP und $^{1}/_{2}$ $\mathcal{P}\infty$ (nach G. Rose). Als einen ferneren accessorischen Gemengtheil bezeichnete Credner[1]) den Orthit in einer brieflichen Mittheilung an v. Leonhard. Die Bestimmung beruht freilich fast nur auf dem Verhalten vor dem Löthrohr, hat aber vieles Interesse erregt und ist von Vielen nicht sowohl als wahrscheinlich, sondern vielmehr als ausgemacht angesehen worden. So wiederholt

---

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Jahrgang 1848. S.199.

v. Fritsch[1]) sämmtliche Angaben Credner's über das Orthit-Vorkommen, welche mit demjenigen im Syenit des Plauenschen Grundes bei Meissen bis ins Einzelne übereinstimmen, und behauptet sogar, man finde den Orthit, wie den Titanit, zwar untergeordnet, aber in grosser Menge. Ich habe mir sehr viele Mühe gegeben und viele Zeit aufgewandt, an den Stellen, welche Credner mir als die ergiebigsten Fundstätten zu bezeichnen die Güte hatte, das Vorkommen des Orthits zu constatiren, bin aber nicht so glücklich gewesen, auch nur ein Exemplar finden zu können, und ich habe auch in denjenigen Sammlungen, in welchen der mittlere Thüringer Wald sonst gut vertreten war, keines bemerkt. Man wird gut thun, bei der Behauptung Credner's, der Orthit sei ein wahrscheinlicher Einschluss im Granit der Saigerhütte, stehen zu bleiben, ihn aber nicht als unzweifelhaft constatirt und noch weniger als häufig vorkommend zu bezeichnen.

§. 24. Granit der Saigerhütte, mittelkörniger. Mikroskopische Analyse.

Dünnschliffe dieser mittelkörnigen Granite zeigen unter dem Mikroskope den Feldspath theils bestäubt, theils gleichmässig getrübt, theils wasserklar. Die bestäubten und namentlich die trüben Stellen ändern zwischen den Nicols weder Farbe noch Beleuchtung, die wasserklaren werden lebhaft gefärbt. Spaltbarkeit und lamellare Zwillingsbildung, in der für die plagioklastischen Feldspathe charakteristischen Weise, d. h. mit der Hauptspaltungs-Fläche als Zusammensetzungs-Fläche treten deutlich hervor.

Der Quarz erscheint als Ausfüllung zwischen den übrigen Gemengtheilen völlig farblos, zwischen den Nicols nimmt er sehr intensive und lebhafte Färbung an mit irisirenden Säumen. Er ist sehr reich an Cavernen, die jedoch nur selten und nur unbewegliche Libellen einschliessen; die Cavernen sind linear, streifweise und als Schwärme neben einander angeordnet.

Der Glimmer bildet meist breite Tafeln und dicke Säulen von ausgezeichneter Blätterigkeit, seltner Fächer und Büschel.

---

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. XII. S. 102 und 104.

Die Hornblende zeigt sich unverkennbar in Form sechsseitiger dicker Tafeln und kurzer Säulen, erzeugt durch die Combination der Geradendfläche oP mit dem Prisma ∞P und dem klinodiagonalen Hauptschnitt $\infty \mathrm{P} \infty$; die prismatische Spaltbarkeit ist durch Haarspalten angedeutet. Jhre Farbe ist dunkelgrün ins Braune. Daneben erscheinen in grosser Zahl schmal- und dünnleistenförmige Krystalle — s. Fig. 18. Taf. IV. — und krystalloïdische Schollen und Schuppen — s. Fig. 19. Taf. IV. —, als Einschlüsse in den Feldspathen und Quarzen, die ich ebenfalls auf Hornblende glaube beziehen zu müssen. Sie haben mit den kleinen Hornblende-Krystallen und Krystalloïden, die im Labrador-Diorit so gewöhnlich sind, auffallende Aehnlichkeit, wenn auch im Granit die Uebergänge zwischen ihnen und vollkommenen Krystallen nicht vorliegen.

Glimmer und Hornblende verhalten sich ausgezeichnet dichromatisch.

Die Titanite, makroskopisch eben noch als Krystalle erkennbar, treten unter dem Mikroskope als selbständig entwickelte Krystalle hervor.

Nicht gar selten erscheinen Säulen, von zwar sehr geringer Breite, aber durch die seitliche Schattirung kaum zweifelhaft als sechsseitig bestimmbar, mit gerader Endfläche — s. Fig. 20 und 21. Taf. IV. — oder pyramidaler Endung — s. Fig. 22. Taf. IV. —, so jedoch, dass zwischen der Geradendfläche oder der Pyramidenspitze eine Abrundung statthat. Wahrscheinlich sind sie Apatite.

§. 25. Granit der Saigerhütte, mittelkörniger. Chemische Analyse des Feldspaths.

Von den Gemengtheilen des Granits der Saigerhütte lässt sich nur der Feldspath in solcher Menge und Reinheit auslesen, dass er zur chemischen Analyse verwendet werden kann. Die Resultate derselben sind die folgenden:

Feldspath aus dem Granit bei der Saigerhütte.

	Procente	Sauerstoff-Gehalt			Sauerstoff-Verhältniss
Kieselsäure	61,52	32,81			9,37
Thonerde	21,58	10,07	= 10,50		:
Eisenoxyd	1,42	0,43			3
Kalkerde	4,92	1,23	= 1,58		
Talkerde	0,35	0,35			:
Natron	6,94	1,79	= 2,18	= 3,76	= 1,07
Kali	2,29	0,39			
Glühverlust	1,23				
Summe	100,25				

Nach seiner chemischen Zusammensetzung ist also der Feldspath **Oligoklas** und damit stimmt die plagioklastische Zwillingsbildung überein; die gefundene Dichte von 2,681 ist allerdings etwas höher, als man für Oligoklas anzunehmen pflegt. Für Oligoklas nahm ihn auch schon v. Fritsch [1]), jedoch ohne weitere Begründung.

Wendet man die Tschermak'sche Hypothese auf diesen Feldspath an, so bewährt sie sich mit überraschender Genauigkeit. Es ist nämlich:

$$4 \times (1,23 + 0,35) = 6,32$$
$$12 \times (1,79 + 0,39) = 26,16$$
$$32,48$$

Der Unterschied zwischen der Berechnung und der Beobachtung des Sauertoffs Kieselsäure beträgt also nur 0,32.

§. 26. Granit der Saigerhütte, mittelkörniger. Schluss.

Legt man den Nachdruck auf das Vorkommen von Hornblende neben dem Glimmer, so hat man ein Recht, diesen Granit mit Credner sen. einen **Syenit-Granit** zu nennen.

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. XII. S. 102.

Räumt man der Rücksicht auf den Feldspath den Vorrang ein, so muss man demselben mit v. Fritsch, nach G. Rose's Vorgang, den Namen Granitit beilegen. Einstweilen, d. h. so lange kein Grundsatz der Nomenclatur für die Gruppe der Granite durchschlagende Anerkennung gefunden hat, ist es erspriesslicher, den mineralogischen Bestand eines Granites festzustellen, als einen Namen dafür zu suchen.

§. 27. Granit der Saigerhütte, feinkörniger, Glimmerarmer.

Auf der Höhe des Ehrenbergs tritt neben dem eben beschriebenen Glimmer- und Hornblende-führenden Oligoklas-Granit ein sehr lichtes, feinkörniges, mitunter in das geradezu Aphanitische übergehendes Gestein auf, ohne dass zwischen ihnen irgend welche Grenze angedeutet wäre. Es ist deshalb als eine Entwickelung aus dem Granit anzusehen, und die Entwickelung vielleicht zu dem knapp anliegenden Diorit und Porphyr in Beziehung zu bringen. Derselbe ist sehr zähe und hat die Dichte 2,6.

Makroskopisch lassen sich als seine wesentlichen Gemengtheile nur Feldspath und Quarz erkennen. Der Feldspath ist blassroth, deutlich spaltbar, der Quarz grau, fettglänzend. Nur accessorisch treten Glimmerblättchen, Titanitkörnchen und dunkle, schillernd angelaufene Parthien wahrscheinlich von Voigtit hinzu.

Im Dünnschliffe erscheint der Feldspath unter dem Mikroskope meist getrübt und bräunlich durchscheinend, seltner klar und farblos, hin und wieder gestreift. Zwischen den Nicols färben sich nur die klaren Stellen, während die trüben einen Wechsel der Beleuchtung und Färbung wenig oder gar nicht wahrnehmen lassen. Der Quarz ist vielfach zerklüftet; bei schwacher Vergrösserung erscheint er in Folge schwarm- und streifenweise eingestreuter Cavernen getrübt, bei starker klärt sich der Zwischenraum zwischen den Cavernen; die Cavernen selbst erhalten dunkle Säume, theils breit, theils schmal. Die röthlich-gelben Titanite sind deutlich krystallisirt. Neben den grünen Glimmerblättchen treten braun-durchscheinende bis opake Blättchen hervor, entsprechend den makroskopisch als

braun und schillernd hervortretenden Parthien, welche ich oben als Voigtit bezeichnete, und auf welche ich im folgenden §. ausführlich eingehen werde.

Aus diesem feinkörnigen Granite lässt sich ausser etwa dem Quarz, dessen weitere Untersuchung kein Interesse gewährt, kein Gemengtheil in solcher Reinheit und Menge auslesen, wie es zu einer quantitativ chemischen Untersuchung erfordert wird.

§. 28. Granit der Saigerhütte. Schriftgranit mit Voigtit. Makroskopische Beschreibung.

Auf der Gipfelfläche des Ehrenbergs und an seinem westlichen Abhange findet sich ein recht eigenthümlicher Schriftgranit, der als eine weitere Entwickelung aus der mittelkörnigen Beschaffenheit anzusehen ist. Seine Dichte ist noch etwas unter derjenigen der eben beschriebenen feinkörnigen Entwickelung; sie sinkt unter 2,6 bis nahe 2,5.

Dieser Schriftgranit ist mässig leicht zersprengbar nach breiten rauhen bis höckerigen, oft nahezu ebenen Flächen, die unter den verschiedensten Winkeln zusammenstossen. Seine wesentlichen Gemengtheile sind Feldspath, Quarz und Voigtit. Der Feldspath ist sehr breitblätterig, blassroth, auf der Blätterungsfläche perlmutterglänzend. Der Quarz ist ihm untergeordnet und durchsetzt ihn in bald mehr bald minder breiten und langen Leisten, deren Längsaxen nahe parallel zu einander gerichtet sind. Die Flächen, nach welchen das Gestein zerspringt, entsprechen, so weit sie eben sind, den Spaltungsflächen des Feldspathes. Meist zwischen ihnen sind die Leisten des Voigtits eingelagert; dieselben sind bei äusserster Dünne 1 bis 10 Mm. breit und oft zwanzig Mal so lang. Sie stossen oft winklig, aber ohne constante Neigung zusammen. Sie tragen übrigens deutlich die Kennzeichen der Verwitterung an sich und sind aus einem Mineral hervorgegangen, welches ich nur einmal als unverwitterten Kern auffand, und in so geringer Menge, dass dieselbe eben für die Analyse ausreichte. Eigentlich diesem Mineral legte ich[1]) den Namen Voigtit bei, den ich der Kürze wegen hier auch auf sein Verwitterungsproduct übertrage. Der eigentliche, d. h. frische Voigtit ist sehr voll-

[1]) Pogg. Ann. Bd. 97. S. 108 fgd.

kommen blätterig parallel der breiten Leistenfläche. Seine Härte ist etwas über 2, seine Dichte 2,91. Er ist lauchgrün, nur in sehr dünnen Blättchen durchscheinend und hat einen perlmutterartigen Fettglanz. Die Stelle, wo ich ihn fand, liegt rechts neben dem Wege vom neuen Hause nach der Höhe, welche auf der Karte durch einen Stern bezeichnet ist. Sie ist jetzt noch von Gebüsch eingenommen; aber die Schriftgranitblöcke, welche ehedem zwischen den Büschen lagen, sind fast bis auf den letzten Rest weggeführt. Was man gegenwärtig noch von diesem Gesteine erhält, ist aus dem Untergrunde ausgeschürft.

Nur accessorisch tritt weisser Glimmer hinzu.

§. 29. Schriftgranit der Saigerhütte mit Voigtit. Mikroskopische Beschreibung.

Dünnschliffe geben unter dem Mikroskope ein sehr nettes Bild — s. Fig. 23. Taf. V. —.

Der Feldspath ist zwar bis auf wenige Stellen stark getrübt und scheint nur bräunlich durch, aber seine blätterige Structur ist theils durch gerade, scharfe Linien, theils durch gerade Streifen deutlich angezeigt. Diese Linien und Streifen behalten ihre Richtung über ziemlich ausgedehnte Flächen. Zwischen den Nikols nehmen die klaren Stellen ziemlich lebhafte Färbung an, die jedoch gleichmässig über die Linien der Blätterdurchgänge ausgebreitet ist. Die Spaltungsebene ist demnach nicht Zusammensetzungsebene für solche Zwillinge, wie sie bei den plagioklastischen Feldspathen so gewöhnlich sind. Man darf aber nicht vergessen, dass diese Zwillingsbildung nicht bei allen Plagioklasen nothwendig ist, und dass mit Bezug auf das optische Verhalten die Bestimmung als Orthoklas nur eine mögliche, höchstens dass sie eine wahrscheinliche ist. Wenn ich den Feldspath in diesem Falle als Orthoklas in Anspruch nehme, so finde ich die Berechtigung dazu in der Analyse des Feldspathes aus der nachfolgend zu beschreibenden Granitvarietät, in welche die vorliegende stetig übergeht.

Der Quarz scheidet sich vom Feldspathe an vielen, aber nicht allen Stellen geradlinig und die geradlinigen Grenzen lassen sich auf Durchschnitte von Quarzkrystallen beziehen. Der Quarz hat sich also in einigermaassen selbstständigen Krystallen ent-

wickelt. Darin liegt eben die wesentliche Eigenthümlichkeit der Schriftgranite. Cavernen vertheilen sich zahlreich strich- und schwarmweise durch den Quarz, durch sie erscheint er bei schwacher Vergrösserung getrübt. Die Cavernen sind nur von geringem Durchmesser; einige scharf linear umgrenzt, andere von einem schmaleren oder breiteren, dunkeln Saum umzogen; innerhalb der scharf umgrenzten und der schmal umsäumten Cavernen werden mitunter, aber doch selten unbewegliche Libellen bemerkt.

Die braunroth durchscheinenden bis opaken Leisten des verwitterten Voigtits durchschneiden den Quarz wie den Feldspath; ihre Enden blättern sich auf und verzweigen sich zwischen den Fugen des Gesteins; braunrothe stetig abschattirte Höfe schliessen sich daran an.

§. 30. Granit der Saigerhütte; Schriftgranit mit Voigtit; chemische Analyse des Voigtits.

Zur gesonderten Analyse eignet sich der Feldspath gar nicht, der Voigtit wenig. Den ersten kann man nicht frei erhalten von eingeschlossenem Quarz, der andere bietet sich in zu geringfügiger Menge dar. Der glückliche Fund frischen Voigtits, den ich im Jahre 1855 machte, hat sich leider nicht wiederholt. Zu den Resultaten, zu denen dieser Fund geführt hat, habe ich deshalb keine neuen hinzuzufügen, muss aber die alten nochmals besprechen, weil der Voigtit inzwischen eine grössere Bedeutung gewonnen hat.

Bei Erhitzung verliert der Voigtit viel Wasser, blättert sich dabei auf, wird braun und nimmt metallischen Glanz an. Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht zu einem schwarzen Glase. In Borax und Phosphorsalz löst er sich leicht und reichlich auf; die Perle färbt sich wie von Eisen. Salzsäure zersetzt ihn leicht und vollständig. Aus den Ergebnissen einer quantitativen Analyse leitete ich folgende Zahlen für seine Zusammensetzung ab.

Voigtit

	Procente	Sauerstoff-Gehalt		Sauerstoff-Verhältniss
Kieselsäure	33,83	18,04		2,06
Thonerde	13,40	6,26	= 8,79	1,00
Eisenoxyd	8,42	2,53		
Eisenoxydul	23,01	5,11		
Talkerde	7,54	3,02	= 8,96	1,02
Kalkerde	2,04	0,88		
Natron	0,96	0,25		
Wasser	9,87	8,77		1,00
Summe	99,07			

Dieses Resultat besticht durch seine Einfachheit. Nach ihm ist der Voigtit ein wasserhaltiges Singulosilicat, analog dem Granate. Freilich beruht die Vertheilung des Eisens auf Oxyd und Oxydul nicht auf einer experimentellen Feststellung, sondern auf einer rechnungsmässigen Möglichkeit. Das zu Gebote stehende Material war sehr geringfügig und die Methode der Ausscheidung von Eisenoxyd und Eisenoxydul in den Silicaten im Jahre 1855 kaum angedeutet. Trotz dieser wesentlichen Lücke in der Kenntniss des Voigtits, ist seine mineralogische Selbstständigkeit sichergestellt. Er steht zwischen der Gruppe der glimmerartigen und der chloritartigen Mineralien. Von der ersten Gruppe muss er schon des hohen und locker gebundenen Wassergehaltes wegen getrennt werden, von der andern wegen der Leichtschmelzbarkeit. Mit beiden stimmt weder die langgestreckte Lamellenform, noch die chemische Zusammensetzung.

Der gewöhnliche, d. h. verwitterte Voigtit verhält sich bei Erhitzung im Glaskolben und vor dem Löthrohre, sowie gegen Salzsäure wie der frische. Er enthält dieselben Elemente, ist aber eisenreicher und siliciumärmer. Aber auch nicht vom verwitterten Voigtit konnte ich die zu einer vollständigen Untersuchung erforderliche Menge zusammen bringen.

Der Voigtit ist ein wesentlicher Gemengtheil nicht nur des Schriftgranites von der einen Fundstätte am westlichen Abhang

des Ehrenbergs, von welcher in meiner Notiz [1]) vom Jahre 1856 die Rede war, sondern auch aller Schriftgranite des Ehrenbergs und nicht der Schriftgranite allein, sondern auch der eben beschriebenen äusserst feinkörnigen Granite und der eben zu beschreibenden äusserst grobkörnigen desselben Berges. Ueber sein anderweites Vorkommen liegen Angaben von Ullrich, Fuchs [2]) und Streng [3]) vor. Sie erkennen ihn in einem Gemengtheile der Schriftgranit-Gänge, die den Gabbro des Radauthales im Harze durchsetzen, wieder. Derselbe ist in oft 30 Mm. langen und kaum 1 Mm. breiten Individuen von kaum messbarer Dicke ausgebildet. Seine Farbe ist schwärzlich-grün und wird etwas bräunlich, wenn die Verwitterung beginnt.

Herr Professor Streng hatte die freundliche Güte, mir ein Handstück dieses Radauthaler Schriftgranits mitzutheilen. Dasselbe ist dem Ehrenberger Schriftgranite zum Verwechseln ähnlich, und namentlich die das Gestein durchziehenden Leisten bieten den vollkommen gleichen Habitus, das gleiche Verhalten vor dem Löthrohre und bei Digestion mit Salzsäure und — wenigstens qualitativ — dieselbe chemische Zusammensetzung. Herr Professor Streng fügt seiner Mittheilung die interessante Bemerkung hinzu, dass, wenn er recht gesehen habe, Voigtit-Ausscheidungen auch im Schriftgranite des Bairischen Waldes vorkommen.

§. 31. Granit der Saigerhütte; grobkörniger Voigtit-Granit.

Aus dem Schriftgranite entwickelt sich an der Grenze gegen den Labrador-Diorit und Quarz-Porphyr, man kann wohl auch sagen in Berührung mit denselben, häufig ein äusserst grobkörniges Gestein. Zugleich sondert sich Feldspath und Quarz so von einander, dass nussgraue Proben eben so wohl reinen Feldspathes als reinen Quarzes herausgeschlagen werden können. Die wesentlichen Gemengtheile dieses Granites sind Feldspath, Quarz und Voigtit.

Der Feldspath ist vollkommen orthoklastisch spaltbar;

---

[1]) Pogg. Ann. Bd. 97. S. 108.

[2]) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Jahrg. 1862. S. 909.

[3]) s. oben. S. 959.

seine Härte ist nahe 6, seine Dichte = 2,529. Seine Farbe ist meist fleischroth, selten grünlich-weiss; diese Farben sind jedoch nicht scharf von einander abgesetzt, sondern verlaufen in einander. Er ist nur durchscheinend und glänzt schwach perlmutterartig. Beim Erhitzen verknistert er und verliert Wasser. Er schmilzt, wie Adular, zu einem etwas schaumigen Glase. Von concentrirter Salzsäure wird er nicht angegriffen; was die Salzsäure an Eisenoxyd aufnimmt, rührt von eingestreutem Eisenglanz her. Diese Einstreuung findet in Richtung der Blätterdurchgänge statt und erzeugt die fleischrothe Färbung. Die Substanz des Feldspathes selbst ist eisenfrei; d. h. durch Digestion mit Salzsäure kann das Eisen vollständig ausgezogen werden. Die Substanz des Feldspathes selbst ist getrübt und die Trübung löst sich auch bei starker Vergrösserung nur theilweise in körnigen Staub auf; sie ist jedoch nicht ganz gleichförmig, lässt einzelne durchsichtige, deutlich doppeltbrechende Flecken übrig, die sich zwischen den Nicols färben. Die chemische Analyse ergab folgende Resultate:

Feldspath aus grosskörnigem Granit vom Ehrenberg.

	Procente	Sauerstoff- Gehalt		Sauerstoff- Verhältniss
Kieselsäure	65,02	34,68		11,16
Thonerde	19,96	9,32		3
Eisenoxyd	0,51			
Kalkerde	0,43	0,12	} = 2,63	} 0,85
Talkerde	0,10	0,04		
Kali	7,20	1,21		
Natron	4,89	1,26		
Glühverlust	1,16			
Summe	99,27			

Die Gesammtheit der angegebenen Merkmale weist auf Orthoklas hin, der etwas kaolinisirt ist und in Folge davon etwas von den Monoxyden und von der Kieselsäure verloren hat; allerdings mit einem ansehnlichen Natrongehalte.

Der Quarz ist gemeiner ohne krystallinische Umgrenzung.

Der Voigtit ist stets verwittert. Seine Leisten sind breit,

aber um das Vielfache der Breite lang, sehr dünn, mitunter noch deutlich blätterig, röthlich-bronzegelb bis schwarz, metallisch schimmernd bis matt. Im Uebrigen stimmt ihr Verhalten mit dem bereits beschriebenen.

Die nicht gar seltenen Hohlräume sind mitunter von einem amorphen Mineral ausgekleidet, dessen Farbe schön grün ist, etwas lichter als die des Malachites; bei Erhitzung giebt es viel Wasser aus, Salzsäure nimmt reichlich Kupfer daraus auf; man darf es wohl als Kupfergrün bezeichnen.

§. 32. Granit der Saigerhütte; flaseriger, kaolinisirter.

In der südöstlichen Ecke des von dem Granit der Saigerhütte eingenommenen Raumes, an der Grenze gegen den Labrador-Diorit ändert sich das Gestein nochmals in ganz anderer Weise; es wird flaserig und kaolinisch. Frei anstehend findet man dasselbe nicht; es wird aber aus einem Stollen herausgefördert, der knapp über dem Gerinne der Schneidemühle ausmündet. Die Grundmasse des Gesteins ist weiss; in diese sind grünliche und bräunliche Körnchen eingestreut; gelbbraune Dendriten durchziehen es. Es ist mürbe, cavernös und zerklüftet. Einzelne Klüfte sind mit einer mürben grünen Kruste überzogen, die sich durch Rothbraun in die weisse Grundmasse abschattirt.

Sein Hauptgemengtheil ist ein weisses bröckliches Mineral von der Härte 5, welches bei Erhitzung reichlich Wasser entbindet, mit Salzsäure gar nicht braust und von ihr auch nicht angegriffen wird. Vor dem Löthrohre schmilzt es zu einem farblosen Glase unter anfangs rein gelber, nachher gelbrother Färbung der Flamme. Danach ist es als kaolinisirter, aber noch nicht ganz in Kaolin übergegangener Feldspath anzusehen. Man hat es auch bereits bei der Porcellanfabrication angewendet. Daneben ist gemeiner Quarz deutlich zu erkennen. Die grüne Kruste der Klüfte braust schwach mit Salzsäure, welche sich gelb färbt. Beim Glühen verliert sie viel Wasser; vor dem Löthrohre schmilzt sie leicht zu einem schwarzen Glase; in Phosphorsalz löst sie sich leicht unter Hinterlassung eines Kieselskelets und giebt der Perle die Farbe des Eisens. Ich halte es für ein glaukonitisches Verwitterungs-

Product des dem Granit ursprünglich zugehörigen Glimmers oder der Hornblende.

§. 33. Granit des Burgsteins.

Der Granit des Burgsteins, oder vielmehr des Abhangs, welcher sich an den Porphyr-Felsen des eigentlichen Burgsteins Ilmaufwärts anschliesst, war ehedem durch einen Bergbau-Versuch auf Bauneisenstein (s. §. 4) viel mehr aufgeschlossen, als 1860, zur Zeit von v. Fritsch's Untersuchung, jetzt ist er durch Graswuchs und Buschholz noch mehr verdeckt. Zu der Beschreibung v. Fritsch's [1]) habe ich wenig hinzuzufügen. Das Vorkommen ist ein gangartiges. Der Hauptgang setzt mit einer Mächtigkeit von wenigen Fussen fast senkrecht an der Grenze zwischen Grauwacke und Porphyr nieder; ein zweiter nur etwa $1^1/_2$ Fuss mächtiger unter etwa 30° gegen NW. fallender Gang, der sich kartographisch wegen des Maassstabes der Karte gar nicht hat darstellen lassen, durchsetzt die östlich anliegende Grauwacke. Das Gestein ist stark angewittert und in Folge davon sehr kurzklüftig. v. Fritsch bezeichnet es als echten, d. h. Orthoklas-Granit. Dem schliesse ich mich an, kann aber nicht zweierlei Feldspath, d. i. neben Orthoklas noch Oligoklas erkennen, und finde nicht silberweissen, sondern grünen Glimmer. In Dünnschliff unter dem Mikroskope erscheint der Feldspath bei schwacher Vergrösserung bräunlich getrübt bis auf wenige klare Zwischenräume; bei starker Vergrösserung löst sich die Trübung in Durchstäubung auf. Der Quarz hat bei schwacher Vergrösserung ein zersprungenes Aussehen; die scheinbaren Sprünge sind aber in der That Flächen, auf denen sich Cavernen dicht zusammendrängen. Die Cavernen sind rund, sehr klein, schmal umsäumt und schliessen sehr selten Libellen ein. Solche Cavernen sind auch schwarmweise vertheilt. Neben ihnen kommen auch aus- und eingestülpte Formen vor und diese erreichen beträchtlichere Grössen. Die Glimmerblättchen aggregiren sich zu Fächern und Rosetten. Ihre Farbe geht aus dem Grünen häufig in das Braune über; sie sind meist

---

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. Bd. 12. S. 109 und 141. Taf. IV. Fig. 1.

von rothbraunen Höfen und Wolken umgeben. Eben so gefärbte Flecke und Fetzen sind durch das ganze Gestein zerstreut; sie gehen in das Dunkelbraune und Opake über. Regelmässig sechsseitige Säulchen von geringer Breite mit geraden Endflächen, oder rhomboedrischen Endigungen, oder abgerundeten Enden sind sehr seltene Einschlüsse; dieselben sind nie gross und gehen bis zu Strich-förmigen Stäbchen herab. Schwerlich sind sie mineralogisch gleichartig; Apatit dürfte darunter sein.

Dem Burgsteine gegenüber hinter der Spinnerei ist ein Gang durch Anschürfung entblöst, der mit einer Mächtigkeit von mehr als $5^1/_2$ Meter den Thonschiefer über die volle Breite des Ehrenbergs durchsetzt, so weit die kleinen im Boden erhaltenen Bröckchen das bestimmen lassen. Er streicht von S. nach N. — wie die Grünsteingänge — und fällt 82° gegen W. Eben so wohl das Ganggestein wie der Thonschiefer sind der Grenzfläche parallel zerklüftet. Die lettige Thonschieferplatte, von der bereits die Rede war (s. §. 4), ist nahe in derselben Richtung zwischen das Ganggestein eingekeilt, indem sie unter 75° gegen W. einfällt. Die zu Tage tretende Oberfläche des Ganggesteins und des angrenzenden Thonschiefers hat die Farbe des Rotheisensteins. Dieser durchzieht alle Absonderungsflächen von den feinsten Haarspalten bis zu den weiteren Klüften und imprägnirt auch die Gesteine selbst. Das Ganggestein ist deshalb makroskopisch kaum als ein Granit zu erkennen; Dünnschliffe aber stellen es sogleich als solchen dar von derselben Mengung und Structur, wie der Granit des Burgsteins, nur sind gelbrothe, rothbraune, braune und opake Eisenerze noch viel reichlicher eingemengt und die Verwitterungserscheinungen viel auffälliger. Besonders der Glimmer ist der Verwitterung so weit erlegen, dass seine grüne Farbe nur an wenigen Flecken geblieben, an den meisten durch dunkles Braun ersetzt ist, dass Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat ihn umhüllt, von ihm aus sich ausbreitet und weithin längs der feinsten Absonderungs-Flächen verfolgen lässt.

Ich zweifle nicht daran, dass dieses Ganggestein es ist, von welchem Voigt [1]) als von einem eisenschüssigen Granit redet, und auf welches als einen Rotheisensteingang schon vor seiner Zeit ein vergeblicher Bergbau betrieben worden war. Auf Cotta's, Credner's und v. Fritsch's Karten ist der Gang nicht

[1]) Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. S. 34.

verzeichnet; die beiden letzten erwähnen seiner auch nicht in ihren Abhandlungen über den Ehrenberg. Indem ich ihn als eine Fortsetzung des Ganges am Burgstein ansehe, muss ich freilich eine Verschiebung zwischen den linken und rechten Uferabhängen der Ilm annehmen.

§. 34. Quarz-Porphyre.

Von der grossen Mannichfaltigkeit porphyrischer, sowohl quarzfreier, als quarzführender Gesteine, welche sich in der Umgegend von Ilmenau zusammendrängen, nähern sich zwar die quarzfreien dem Fusse des Ehrenbergs so, dass sie auf der Karte der Uebersicht wegen mit angegeben werden mussten, gehen jedoch in den Aufbau des Berges selbst nicht mit ein. Einigermaassen zweifelhaft bleibt die kleine Porphyrparthie, welche in sehr geringer Ausdehnung zwischen der Schwärzfabrik und Langewiesen ansteht. Das Gestein derselben ist so gründlich verwittert, dass die reichlich eingeschlossenen Feldspathe kaolinisirt sind. Quarz ist sparsam eingemengt und nicht einmal an allen Handstücken zu erkennen. Alle übrigen Porphyre führen Quarz und bilden trotz ihres verschiedenen Aussehens eine einheitliche Entwickelungsreihe, zu welcher auch noch eine Mehrzahl anderer Porphyr-Durchbrüche am Thüringer Walde, namentlich derjenige des Gückelhahns gehört. Ihre Lagerungsverhältnisse am Gückelhahn lassen die Zeit ihrer Eruption ausser allem Zweifel. Tuffe stehen dort in eben so inniger Beziehung zu dem Porphyr wie zu dem Rothliegenden und müssen gleichzeitiger Entstehung sein.

Die Porphyre, welche am rechten Ufer der Ilm zwischen dem Burgstein und der Einmündung der Oehre und Schorte anstehen, am linken Ufer oberhalb der Schneidemühle und unterhalb des Grenzhammers, sich von da aus quer über den Ehrenberg erstreckend, sind sämmtlich sehr hart, aber zugleich spröde und deshalb nicht schwer zersprengbar. Ihre Dichte schwankt zwischen 2,56 und 2,59, so zwar, dass mit einer Verdunkelung der Farbe, d. i. Zunahme des eingestreuten Eisenoxydes eine Zunahme der Dichte verbunden ist. Ihre Grundmasse ist hornsteinartig, wenig glänzend bis matt; sie waltet sehr vor, indem die Einschlüsse weder gross sind, noch dicht

neben einander liegen. Als Einschlüsse kommen Quarz und Feldspath vor, der erste häufiger als der zweite, beide krystallisirt.

Durch Erhitzung wird nur wenig Wasser aus ihnen ausgetrieben. In Säuren eingelegt, entwickeln sie keine Spur von Kohlensäure; die Säuren färben sich aber von aufgelöstem Eisenoxyd rasch gelb.

Sie sind theils gleichförmig, theils gebändert oder gestreift, theils geflossen, theils quarzitisch.

§. 35. Quarz-Porphyre; gleichförmige.

Gleichförmig ist bei weitem der meiste Quarz-Porphyr, so derjenige der Felsen des Burgsteins, im Marienholze am südlichen Abhange des Ehrenbergs und beim Grenzhammer. Die Farbe seiner Grundmasse und damit seine Gesammtfarbe geht vom Graulich-violetten in das Röthliche und Bräunliche. Cavernen sind in ihm selten und nur klein, stets mit Quarzkrystallen ausgekleidet. Klüfte, weitere und engere, bis zu Haarspalten durchziehen ihn häufig; sie sind theils mit Eisenoxyd, theils mit Quarz erfüllt.

Im Grossen zeigen sie eine parallelipipedische und prismatische Klüftung.

Der Dünnschliff eines lichten Quarz-Porphyrs von den Felsen, welche beim Grenzhammer unter der Chaussee hervorragen, zeigt eine granulirte Grundmasse von verworrener und schwacher, aber doch unverkennbarer Doppelbrechung, innerhalb welcher sich mitunter blassbraune, kugelige Concretionen mit verwaschenem oder griessig aufgelösten Umrissen aussondern. Nach diesem Verhalten würden hier nach Vogelsang Felsophyre[1]) mit Cumuliten[2]) vorliegen. Die eingeschlossenen Quarze sind meist deutlich krystallisirt und ihre Umrisse entsprechen kurzen Säulen mit pyramidaler Zuspitzung, mitunter aber auch unwesentlich begrenzten Ausfüllungen. In den Quarzen sind rundliche, vielleicht auch tesseral krystallisirende, hellgelbe bis braungelbe und opake, einfach brechende Körnchen und dunkle

[1]) Vogelsang, Die Krystalliten. Bonn 1875. S. 100.
[2]) Ebendas. S. 134.

Krümchen, mitunter stachelig durch strahlig ansitzende Nadeln eingelagert. Die Grundmasse tritt mitunter mittels sehr dünner Stiele in die Quarze ein und breitet sich schlauchartig darin aus, wie dies bei den gestreiften Quarz-Porphyren noch ausgezeichneter der Fall ist. Cavernen sind sehr häufig und zugleich verschiedenartig, theils breit, theils schmal eingesäumt, gross und klein, häufiger zackig ausgestülpt, als abgerundet schlauchförmig, oft unbewegliche Libellen einschliessend, deren Volumen in sehr verschiedenem Verhältnisse zur ganzen Caverne steht. Die Feldspathe sind gewöhnlich parallelipipedisch umgrenzt, deutlich spaltbar, durchsichtig und deutlich doppeltbrechend; auch sie sind cavernös; die Cavernen ziehen sich lang und scheinen den Blätterdurchgängen zu folgen.

Der Grundmasse und ihren Einschlüssen sind gelbbraune bis opake runde und längliche Flecke eingestreut; von den länglichen haben viele bei geringer Vergrösserung das Aussehen von Stäbchen, lösen sich aber bei stärkerer in einzelne Klümpchen auf.

Chemisch analysirt wurde der Quarz-Porphyr beim Grenzhammer. Die analysirte Probe war dunkel und hatte die Dichte 2,59. Die Analyse rührt von Dr. Laufer her; ihre Resultate sind die folgenden:

Quarz-Porphyr bei dem Grenzhammer.

	Procente	Sauerstoff- Gehalt		Sauerstoff- Verhältniss
Kieselsäure	77,11	41,13		23,5
Thonerde	10,60	4,95	} = 5,25	3
Eisenoxyd	1,02	0,30		
Kali	11,36	1,92	} = 2,05	1,2
Natron	0,12	0,03		
Talkerde	0,24	0,10		
Glühverlust	0,49			
Summe	100,94			

Von Kalkerde, Titansäure und Phosphorsäure war keine Spur nachzuweisen. Da die Analyse mit einem Ueberschuss von nahe 1 % abschliesst, so darf man auf die aus ihr abge-

leiteten Zahlen nicht allzusehr drücken; das Verhältniss zwischen den Monoxyden und Sasquioxyden könnte dann als Feldspathverhältniss (1 : 3) immerhin noch angenommen werden, auch wenn man das Eisenoxyd, welches unzweifelhaft zum grössten Theil frei auftritt, bei der Berechnung ausschliesst. Im wesentlichen wäre danach dieser Quarz-Porphyr aus Orthoklas und Quarz gemischt, so dass sehr nahe die eine Hälfte der Kieselsäure dem Feldspathe, die andere dem Quarze angehörte und die mineralogisshe Mengung auf die Zahlen hinauskäme. 38 % Quarz, 62 % Orthoklas. Man kann dann bei dem verhältnissmässig geringen Volumen der Quarzeinschlüsse gar nicht umhin, die felsitische Grundmasse, obgleich sie zwischen den Nicols keine Quarzkörnchen erkennen lässt, doch noch als ein Gemenge von Orthoklas mit Quarz und nicht etwa nur als unvollkommen krystallinischen Orthoklas anzusehen.

§. 36. Quarz-Porphyre; gleichförmige; Breccien.

Durch Vervielfältigung, Erweiterung und Ausfüllung der Klüfte entstehen aus dem gleichförmigen Quarz-Porphyr Breccien.

Als eine solche Breccie stellt sich schon das Gestein des Vogelheerdes dar. Bei ihm ist Eisenoxyd das Ausfüllungs- und Bindemittel. Seine Aussenseite ist so tief roth gefärbt, dass sie das Aussehen des Rotheisenerzes erhält, und wie Voigt [1]) berichtet, ehedem mehrfach darauf hin angeschürft worden ist; noch jetzt erkennt man einige dieser Schürfe an den Vertiefungen im Boden. Mit dem Rotheisenstein ist etwas Schwerspath gemengt.

Gewöhnlich aber ist nicht Eisenoxyd, sondern Kieselsäure das Ausfüllungs- und Bindemittel. Die Kieselsäure tritt kry stallinisch auf und bildet mitunter recht schöne Quarzdrusen. Anstehend habe ich freilich solche Breccien nicht gefunden und das schöne, nachfolgend zu beschreibende Stück nicht einmal selbst gefunden, sondern aus der Voigt'schen Sammlung entnommen.

Dieses Stück zeigt tiefroth-braune Quarz-Porphyrbrocken von nicht über $^1/_2$ Cm. längstem Durchmesser, eckig und scharf-

[1]) Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. S. 27.

kantig, durch weissen Quarz cämentirt, dessen pyramidale Enden in die übrig gebliebenen Hohlräume hineinragen.

Die Quarz-Porphyrbrocken werden erst in den sehr dünnen Blättchen bräunlich durchscheinend, in den dünnsten grau-braun; die weissen Quarzadern bleiben ebenfalls in den Dünnschliffen noch unklar. Die Ursache der braunen Trübung der Porphyrbrocken liegt in der Einstreuung opaker, aus oblongen Tafeln und schmalen Leisten zusammen geschobener Massen. Neben ihnen bleiben aber auch bei stärkster Vergrösserung Wolken von streifiger und kugeliger Form, welche sich nicht körnig auflösen. Quarze mit kleinen Cavernen und Libellen sind häufiger eingeschlossen, als späthige Feldspathe mit trüben Flecken. Grüne Parthien von unbestimmter Umgrenzung häufiger braun und verwaschen-umsäumt, als scharf-abgeschnitten, sind sehr selten. Der Quarz der Adern oder Ausfüllungsmittel der Klüfte zeigt dünnstängliche Structur, wird daher auch im dünnsten Schliff nicht gleichmässig klar und färbt sich zwischen den Nicols buntscheckig; eigenthümlich zugespitzte Hohlräume bleiben zwischen den einzelnen Stängelchen. Oeffnet sich inmitten der Ader ein Hohlraum, so erkennt man die frei hineinragenden hexagonalen Pyramiden-Spitzen.

§. 37. Quarz-Porphyre, gebänderte, gestreifte und geflossene.

Echte Band-Porphyre, gebildet aus abwechselnd hellen und dunkeln, ebenen, bis über $1/2$ Cm. dicken Lagen, fand ich unter den Brocken, mit denen der südliche Abhang des Ehrenberges im Marienholze überschüttet ist. Da die Lagen, jede einzeln für sich, in Allem den helleren und dunkleren Abänderungen des gleichförmigen Quarz-Porphyrs entsprechen, so habe ich keine eingehendere Untersuchung vorgenommen.

Gestreift sind die Quarz-Porphyre, welche dem Marienholze gegenüber über der Ilmaue felsig anstehen. Breite, sehr dunkele und schmale, fast weisse Streifen wechseln mit einander ab. Die lichten Streifen sind meist stark gekräuselt; aus ihnen entwickeln sich einerseits perlschnurartige Reihen von einander getrennter Linsen, andererseits feine Linien. Die breiten dunkeln

Streifen bestehen aus gleichförmigem Quarz-Porphyr mit deutlich erkennbaren Einschlüssen von Quarz und Feldspath.

Beim Dünnschleifen werden diese Quarz-Porphyre sehr bald durchscheinend, behalten aber eine in das Violette ziehende Farbe. Die makroskopisch scharf hervortretenden weissen Streifen und Linien werden schon bei mässiger Vergrösserung undeutlich; sie lösen sich in gewundene, braune, graue und weisse, trübe und auch klare, durch Schattirung in einander übergehende Bänder auf. Die weissen und auch farblosen Bänder verhalten sich nicht etwa wie Quarz, sondern stimmen vielmehr mit den lichteren und klareren Stellen der Grundmasse des ganzen Gesteins überein. Die Grundmasse löst sich erst bei stärkerer Vergrösserung in ein Haufwerk von Krystall-Prismen und Nadeln auf, die seltener zu parallelen Bündeln, als zu concentrischen Büscheln zusammen treten. Ihre Beleuchtung und Färbung zwischen den Nicols ist deshalb zwar eine unbestimmte, verworrene, aber ihre Doppelbrechung doch unzweifelhaft. Die Grundmasse ist meist bräunlich getrübt, die Trübung löst sich jedoch schon bei mässiger Vergrösserung in braune bis opake Tafeln und Prismen auf. Die Tafeln schieben sich vielfach zusammen und die Prismen strahlen von diesen Zusammenschiebungen aus. Bei stärkerer Vergrösserung zerfallen auch die meisten Prismen in Reihen theils eckiger, theils abgerundeter Täfelchen — s. Fig. 24, 25, 26. Taf. V —. Einige, aber wenige Prismen erscheinen bei schwacher Vergrösserung trichitisch, d. h. gekrümmt, sind aber durchaus keine Trichite, da sie bei stärkerer Vergrösserung in kürzere Prismen und kleine Täfelchen und Krümchen zerfallen — s. Fig. 27. Taf. V —. Gleichmässige Wolken und Trübungen, bei schwacher Vergrösserung weit ausgebreitet, verschwinden auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht ganz, sondern trennen sich nur in einzelnen Flecken.

Die eingeschlossenen Q u a r z e sind stets krystallinisch umgrenzt, reich an Cavernen, von denen viele unbewegliche Libellen einschliessen, und an rhombisch und rechtwinkelig tafelförmigen Einschlüssen; von der Grundmasse dringen schlauchförmige Einstülpungen in sie ein, welche mitunter von spiessigen Krystall-Lamellen umgeben sind — s. Fig. 28. Taf. V —.

Die seltenen Einschlüsse von F e l d s p a t h-Krystallen lassen Spaltbarkeit deutlich erkennen; sie sind meistens einfach, selten Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz — s. Fig. 29. Taf. V —.

Quarz-Porphyre von vollkommener F l u i d a l s t r u c t u r

fand ich, aber auch nicht anstehend, sondern nur in losen Brocken, auf der Gipfelfläche des Ehrenberges. Sie sind von dunklerer Farbe, als die übrigen Modificationen, gelb in's Braune, durchzogen von braunen Streifen und Körnerreihen, welche sich um die Quarz- und Feldspath-Einschlüsse herumwinden und oft hart an einander drängen. Klüfte durchziehen ihn, erfüllt entweder von gelb-brauner oder von heller Substanz.

Schliffe müssen sehr dünn sein, um viel Licht durchscheinen zu lassen. Dann zeigt sich die Grundmasse zusammengesetzt aus unregelmässig zusammengeschobenen rhombisch-tafelförmigen Krystallen, welchen deutliche Doppelbrechung eigen ist, und einem zwischen ihnen sich durchwindenden gelben, einfachbrechenden Glase.

Die Quarz- und Feldspath-Krystalleinschlüsse sind von derselben Beschaffenheit wie in den gebänderten und gestreiften Quarz-Porphyren; nur sind im Quarze strahlige Wirtel von feinsten fast linearen Prismen sichtbar; dieselben Wirtel zeigen sich aber auch ausserhalb des Quarzes — s. Fig. 30. Taf. V —.

Opake Blättchen und Körnchen sind durch das ganze Gestein vertheilt; sie ordnen sich aber nicht reihen-, sondern haufenweise an.

Aus dem Vorstehenden ist es unzweifelhaft, dass die gebänderten, gestreiften und geflossenen Quarz-Porphyre nicht als erhärtete Tuffe anzusehen sind, sondern ebenfalls als Erstarrungs-Formen einer zäh-flüssigen Eruptivmasse noch während ihrer Bewegung. Solche Schlacken-Formen verbinden sich übrigens auch mit anderen Quarz-Porphyren des Thüringer Waldes.

§. 38. Quarz-Porphyre, quarzitische.

Auf der Höhe des Ehrenberges liegen, namentlich in der Nähe seiner Grenze gegen den Granit, grobe Brocken eines feinkörnigen Gesteins von der Härte und Dichte des Quarzes — H = 7, D = 2,60 — von unebenem bis splitterigem Bruche von licht-rother Farbe. Dasselbe ist homogen bis auf feine, roth-braune, vielfach sich kreuzende Linien, welche sich lamellar in das Innere des Gesteins fortsetzen und auf Bruchflächen häufig blossliegen, längs deren sich auch mitunter Hohlräume

mit fein krystallinischer Auskleidung öffnen. Man würde es von anderem Fundorte unbedenklich für körnigen Quarzit halten. Auf der Gipfelfläche des Ehrenbergs, mitten zwischen Quarz-Porphyr, Granit und Labrador-Diorit, ist Quarzit ein fremdartiges Vorkommen; man müsste ihn denn auf eine eingeschlossene, zur cambrischen Grauwacke gehörige Scholle beziehen und zu dieser Beziehung fehlen zureichende Aufschlüsse an anstehendem Gesteine. Auf gewöhnlichen Quarzit passt aber auch das chemische Verhalten nicht. Vor dem Löthrohre ist das Gestein in dem Grade schmelzbar, dass sich scharfe Kanten nicht weniger abrunden als bei Bronzit. Es enthält nur 82 % Kieselsäure; der Rest ist vorzüglich Thonerde und Eisenoxyd mit etwas Kalkerde, wahrscheinlich auch Alkali. Das ist eine Zusammensetzung, die sich nach den Untersuchungen des Dr. Laufer unter den Quarz-Porphyren des Thüringer Waldes mehrfach wiederholt, z. B. bei dem hinter der Papiermühle von Stützerbach anstehenden Grenzgestein; andere an den Quarz-Porphyr sich anschliessende Gesteine, auch mit deutlicher Porphyrstructur, sind sogar noch kieselsäurereicher. Doch bieten sich solche Verhältnisse vorzugsweise an den Grenzen von Porphyr-Eruptionen dar.

Im Dünnschliff erweisst sich das Gestein unter dem Mikroskope als ein Aggregat bis 0,3 Mm. grosser, wohl hie und da geradlinig, im Allgemeinen abgerundet und uneben begrenzter Körner, welche sich zwischen den Nicols durchaus wie Quarz verhalten, auch zahlreiche Cavernen von 0,02 bis 0,003 Mm. Durchmesser einschliessen. Die grösseren dieser Cavernen stülpen sich schlauchförmig aus, die kleineren runden sich einfach ab; sie haben eine dunkle breite Umsäumung und schliessen keine Libellen ein, sind demnach wohl nur mit Gas erfüllt. Gelbrothe, braune bis opake Krümchen, Klümpchen und Flecke zusammengehäuft und zerstreut, sind besonders dicht an einander gerückt längs der Grenzen der einzelnen Quarzkörner und in den Richtungen, welche makroskopisch als braune Lamellen erscheinen. Unbedenklich ist ihre Deutung als Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat. Anderweite Einschlüsse sind zwar nicht häufig, aber sehr mannigfaltig und durchaus krystallinisch. Dazu gehören erstens grüne, dichroïtische Blättchen, und zweitens blätterige, streifig getrübte Täfelchen, die sich zwischen den Nicols zwar nicht lebhaft, aber nach den Blätterdurchgängen zweifach färben — s. Fig. 31. Taf. V —. In ihnen sind Glimmer und Feld-

spath zu erkennen. Drittens sind es schmale, farblos-klare Nadeln mit deutlich schiefer Endfläche oder schief-prismatischer Endigung, mitunter gekrümmt, gewöhnlich mit Strahlenbündeln vereinigt und an die vorhin beschriebenen braunen Parthien angeschlossen — s. Fig. 32, 33, 34, 35. Taf. V —. Viertens bemerkt man schiefe Doppelpyramiden mit einer abgestumpften Ecke — s. Fig. 36. Taf. V. —, welche nur wenig durchscheinen, fünftens kurze schiefe Prismen mit monokliner Endigung, welche nur in der Mitte farblos, hell sind — s. Fig. 37. Taf. V. —, sechstens dünne, lange, wahrscheinlich sechsseitige Säulen, die sich mitunter auf blosse Striche verschmälern — s. Fig. 38. Taf. V —. Ueber die mineralogische Bedeutung dieser kleinen, aber immerhin noch vollkommnen Krystalle wage ich noch kein bestimmtes Urtheil auszusprechen; meine Vermuthung geht auf Hornblende und Apatit.

Dem Vorstehenden gemäss ist die Schmelzbarkeit dieses Gesteins nur eine scheinbare; eine schmelzbare Modification der Kieselsäure und zwar von der Härte und Dichte des Quarzes, ist nicht bekannt, von der Schmelzung der ganzen Masse kann demnach keine Rede sein, sondern nur von der Bildung einer Kruste durch die Schmelzung der Einsprenglinge.

Zugleich gewinnen durch dieses Vorkommen Quarzite und wohl auch Hornsteine eine neue bisher noch nicht aufgefallene Beziehung.

§. 39. Contact-Erscheinungen zwischen den Eruptivgesteinen. Durchbruch des Granites durch den Labrador-Diorit.

Die Durchbrüche des Granites durch den Labrador-Diorit und die Einschlüsse von Labrador-Diorit im Granit sind sicherlich zahlreicher, als sie wegen der Mangelhaftigkeit der Aufschlüsse kartographisch dargestellt werden konnten; namentlich am Ostrande des Marienholzes sind die letzten nur qualitativ angedeutet worden.

Die Grenze zwischen Labrador-Diorit und Granit verläuft, wie bereits oben bemerkt wurde, durchaus nicht einfach, sondern springt vielfach ein und aus. Der Granit treibt seine zu den dünnsten Lamellen, bis unter 1 Mm. Stärke sich auskeilenden

Apophysen weit in den Labrador-Diorit hinein und umspinnt damit kleinere und grössere — bis über 1 M. Durchmesser — Schollen von ihm. Belegstücke zu dieser Angabe kann man sich jetzt noch leicht verschaffen, wenn man unter den über den südwestlichen Abhang zerstreuten Brocken herumsucht. Die skizzirten Stücke — s. Fig. 39 u. 40. Taf. V. — sind ohne lange Auswahl diesem Abhange entnommen. Einen ausgezeichneten Ausschluss hat bis vor etwa 15 Jahren der schon oben (s. §. 2) bezeichnete Steinbruch an der Weimarisch-Sondershaüsischen Grenze. Ihm sind die v. Fritsch [1]) — leider ohne Maassstab — gegebenen Darstellungen entnommen. Mir sind dieselben entgangen; wohl aber fand ich die Grenze eines in das alte Steinbruchsfeld hineinreichenden Granitkeils noch an vielen Stellen entblösst und an ihr Granit-Apophysen, Labrador-Diorit-Einschlüsse und Umwandlungen dieser letzten besonders schön entwickelt. Jetzt ist der Steinbruch fast vollständig eingeebnet und der übergestreute lockere Schutt zur Cultur vorbereitet.

Die kleine Granitparthie beim Grenzhammer schiebt sich bergaufwärts mit geringer Mächtigkeit über den Labrador-Diorit hinweg. Dies behauptete schon Voigt [2]) auf Grund der bei einem Kellerbau gemachten Erfahrungen und war darüber verwundert, weil er eine einfache Ueberlagerung des Granits vor sich zu haben glaubte. Jetzt bietet eine etwa 4 Meter tiefe Brunnengrube einen zweifellosen Aufschluss dar. Auf ihrem Boden steht ziemlich frischer, dunkler Labrador-Diorit an, über ihm liegt Granit, allerdings sehr mürbe und bis auf einige härtere Sphäroïde ganz zu Gruss zerfallen, und zu oberst Verwitterungsboden des Granits. Aber eine blosse Ueberlagerung ist man hier durchaus noch nicht anzunehmen genöthigt; vielmehr wird eine Durchlagerung des Granits durch sein Anstehen an der südwestlichen Ecke des zum Grenzhammer gehörigen Wohnhauses zur Seite des Labrador-Diorites angezeigt.

---

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. 1860. Bd. 12. Taf. V. Fig. 1 und 2.

[2]) Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. S. 24.

§. 40. Durchbruch des Granites durch den Labrador-Diorit. Contact-Veränderungen des Granites.

Längs der Apophysen scheiden sich Labrador-Diorit und Granit makroskopisch scharf, hängen aber so fest mit einander zusammen, dass ein Bruch eben so leicht quer gegen die Trennungsfläche, als nach ihr erfolgt. Auch mikroskopisch ist die Verbindung zwischen beiden Gesteinen so innig, dass nirgends ein Zwischenraum zu bemerken ist, oder eine Unterbrechung der Gesteinsbildung. Und doch ist die Grenze an der Feinkörnigkeit des Labrador-Diorites und der Grobkörnigkeit des Granites und an der mineralogischen Natur der Körner leicht zu erkennen. Der Labrador-Diorit behält fast immer bis an die Grenze seine Eigenthümlichkeit unverändert bei, ohne jede auch nur leise Veränderung. Der Granit dagegen lässt Veränderungen sicher bis auf 25 Mm. von der Grenze erkennen; sie sind jedoch auch bei ihm nur schwach. Enthält der Granit keine Hornblende neben dem Glimmer, so beschränkt sich dieselbe darauf, dass in nächster Nähe der Grenze neben dem durchaus unveränderten bräunlich-grünen Glimmer einige wenige bläulichgrüne Blätter erscheinen, von fremdartigem Aussehen. Ist der Granit hornblendereich — und dann fehlt mitunter der Glimmer gänzlich — so ist die Veränderung auffallend und bemerkenswerth. Das Grün der im Granit eingeschlossenen Hornblende-Krystalle wird licht, fleckweise gelblich, und jede Spur von Dichroïsmus verschwindet — s. Fig. 41. Taf. V —. Dabei ist die äussere Form der Hornblende mitunter noch erhalten, häufiger jedoch tritt anstatt ihrer diejenige einer achtseitigen Säule ein, entsprechend der typischen Combination von ∞P mit $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \not{P} \infty$ des Augits — s. Fig. 42. Taf. V. —; diese äussere Augitform ist verbunden mit der dem Augit eigenen Spaltbarkeit nach den genannten drei Gestalten. Uebrigens zeigen von den Körnern dieses lichtgrünen Minerals, die sich besonders an der Grenze selbst zusammen drängen, sehr viele deutlich weder äussere Form noch Spaltbarkeit. Dass dieses lichtgrüne Mineral die Stelle der Hornblende einnehme, und dass es A u g i t sein könne, dagegen ist nichts einzuwenden, dass es wirklich A u g i t sei, deshalb höchst wahrscheinlich, weil — wie ja längst be-

kannt — Hornblende und Augit im Wesentlichen auf dieselbe Zusammensetzung hinauskommen, und geschmolzene Hornblende bei rascher Erkaltung als Augit erstarrt. Damit soll nun durchaus nicht gesagt sein, dass, was etwa jetzt Augit ist, ursprünglich Hornblende gewesen sei, es kann auch zufolge der rascheren Abkühlung innerhalb der Grenzkruste sogleich als Augit erstarrt sein. Ich fasse also die Erscheinung nicht sowohl als eine Metamorphose auf, sondern vielmehr als eine Contactwirkung.

An einigen der Stellen im Bereiche des alten Steinbruchs am Südabhange des Ehrenbergs, wo die Grenze zwischen Labrador-Diorit und Granit durch Apophysen des letzteren verwickelt ist, und der Labrador-Diorit der nachher zu besprechenden Veränderung unterlegen ist, ist der Granit sehr bröcklich geworden, von Ocker durchdrungen, mit ganz matten, wenn auch kleinen Milchquarz-Krystallen überzogen. Mitunter öffnet sich dann längs der Grenze eine Kluft, in welche keulenförmige Quarz-Krystalle hineinragen. Die Keulenform wird dadurch erzeugt, dass eine dickere auf einer dünneren Säule aufsitzt und zwischen beiden die Flächen der unteren Pyramide eingesetzt sind.

§. 41. Durchbruch des Granites durch Labrador-Diorit. Contact-Veränderungen des Labrador-Diorits.

Eine Veränderung des Labrador-Diorits giebt sich zwar durchaus nicht ununterbrochen längs der Grenzen kund, aber doch an vielen Stellen derselben und namentlich in den vom Granit eingeschlossenen Brocken und Schollen. Sie besteht in dem innerhalb der Breite höchstens eines Millimeters sich vollziehenden Uebergange zu einem aphanitisch-dichten, grau-grünen Gesteine, aus welchem sich zunächst eine grüne Grundmasse mit röthlich- oder gelblich-braunen Flecken und dann ein grobkörnig-krystallinisches Gemenge von grünem Epidot (Pistazit), braunem Granat und trüb-weissem Periklin mit Kalkspath entwickelt. Zugleich mit der krystallinischen Entwickelung, namentlich des Granates, verbindet sich die Oeffnung von Hohlräumen, deren freie Oberflächen mit Krystall-Drusen besetzt sind.

Das grau-grüne Gestein hat die Dichte 2,98—3,07, ist also im Vergleich zu den Labrador-Dioriten entschieden verdichtet. In Chlorwasserstoffsäure eingelegt brausen Bröckchen von ihm schwach aber anhaltend, unter gelber Färbung der Säure durch Aufnahme von Eisenoxyd. Dünnschliffe davon zeigen schon bei geringer Vergrösserung eine sehr complicirte Zusammenfügung aus einem gelbrothen, einem blassgrünen, einem weissen und einem opaken Mineral — s. Fig. 43. Taf. V —. Das gelbrothe Mineral zeigt mitunter ebenflächige, geradkantige Umgrenzung, d. h. echte Krystallformen, die ungezwungen als Rhombendodekaëder deutbar sind. Gewöhnlich jedoch ist die Begrenzung abgerundet und geht in das Krystallitisch-globulitische zurück. Das blassgrüne Mineral lässt ebenflächige, krystallinische Umgrenzung gar nicht erkennen. Seine Form liesse sich auf das Krystallitisch-longulitische beziehen. Das weisse Mineral füllt die Zwischenräume aus, es ist mehr oder weniger deutlich krystallinisch-körnig. Rundliche nicht krystallinische, aber schwach umgrenzte Klümpchen des opaken Minerals sind ungleichmässig eingestreut. Das gelbrothe Mineral bricht das Licht einfach, das blassgrüne und das weisse doppelt, das blassgrüne Mineral verhält sich jedoch durchaus nicht dichroïtisch. Das blassgrüne Mineral waltet in der grünen Grundmasse, das gelbrothe in röthlich- und gelblich-braunen Flecken der nächsten Entwickelungsstufe vor. Der einfache Uebergang in das Grobkörnige lässt keinen Zweifel darüber, dass das blassgrüne Mineral Pistazit, das röthlich-gelbe Granat, das weisse ein Gemenge von Albit und Kalkspath sei; die opaken Klümpchen Eisenoxyd, wohl auch Eisenoxydhydrat.

§. 42. Contact-Veränderungen des Labrador-Diorits; Granit.

Das Vorkommen des Granaten in dem grobkörnigen Gemenge, welches sich aus dem eben beschriebenen Gestein entwickelt, ist schon von Voigt [1]) nach dem damaligen Standpuncte der Mineralogie erschöpfend besprochen worden. Auf Klüften und in Hohlräumen findet sich der Granat wohl nur krystallisirt. An seinen Krystallen waltet das Dodekaëder vor; untergeordnet als schmale Abstumpfung der Kanten desselben

[1]) Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandl. Leipzig 1789. S. 13 fgde.

tritt das Ikositetraëder 2 O 2 hinzu; nur selten beobachtet man eine Abstumpfung der Combinationskanten von ∞ O u. 2 O 2, also ein Hexakisoktaëder aus der Reihe m O $\frac{m}{m-1}$. Die Flächen von ∞ O sind stets glatt, wenn auch etwas uneben, die Flächen von 2 O 2 mitunter gestreift parallel den Combinationskanten mit ∞ O. Die meisten Krystalle sind sehr klein; nur einige wenige erreichen die ansehnliche Grösse von 2 Cm. Die meisten und besonders die grossen sind perimorphotisch entwickelt um eingeschlossene Albite; auch kleinkrystallinisch-ausgekleidete Hohlräume kommen innerhalb derselben vor. In Folge dieses letzten Umstandes fällt die Dichtigkeitsbestimmung recht verschieden aus, je nachdem man grosse oder kleine Brocken, oder nur die äusserste, geschlossene Krystallkruste nimmt. Die ersten geben niedrige Zahlen, bis 3,21 abwärts, die anderen höhere bis 3,47 aufwärts, die letzten allein ergeben das wahre Maass mit 3,50 bis 3,52. Die Härte ist nahe 7. Die Färbung ist recht verschieden zwischen bräunlich-erbsengelb und bräunlich-hyacinthroth. Nur scharfkantige Bruchstücke sind durchscheinend. Der Glanz der Krystallflächen ist Glasglanz in den Fettglanz geneigt; Bruchflächen schimmern oder sind matt. Die Schmelzbarkeit liegt etwas über derjenigen des Almandin. Der dunkelbraune Schmelzfluss wird, fein gepulvert, durck Salzsäure vollständig zersetzt, während das Pulver des nicht geschmolzenen Minerals dadurch nur stark angegriffen wird; die Salzsäurelösung enthält kein Eisenoxydul. Zur chemischen Analyse wurden kleine, homogene — wenigstens an der Oberfläche so erscheinende — Brocken verwendet. Sie wurde von Dr. Brockhoff ausgeführt und ergab folgende Zusammensetzung:

Granat vom Ehrenberg.

	Procente	Sauerstoff-		
		Gehalt		Verhältniss
Kieselsäure	38,7	20,66		2
Eisenoxyd	19,9	5,96	8,93	0,86
Manganoxyd	0,2			
Thonerde	6,3	2,96		
Kalkerde	33,6	9,60	9,80	0,95
Talkerde	0,5	0,20		
Summe	99,2			

Danach liegt ein Eisen-Thon-Kalk-Granat vor. Aber der Ueberschuss der Kieselsäure über das Singulo-Silicat-Verhältniss deutet auf eine Beimengung von Feldspath, worin freilich das Zurückbleiben der Sesquiopyde gegen die Monoxyde unter das Verhältniss $R_2O_3 : {}_3RO$ nicht zugleich seine Deutung findet.

§. 43. Contact-Veränderungen des Labrador-Diorits. Pistazit.

Der Pistazit wurde von Voigt [1]) als grüner Granat aufgeführt, aber schon von Heim [2]) richtig als Akantikon bestimmt. Er findet sich zwar viel reichlicher als der Granat, aber zugleich viel unvollkommner ausgebildet. Er bildet stängliche bis strahlige Krystall-Aggregate ohne deutliche Individualisirung. Man kann eben noch zwei Spaltungs-Richtungen von ungleichem Werthe erkennen, die sich unter einem Winkel von 115 $^1/_2{}^0$ schneiden. Seine Härte ist 6,5, seine Dichte 3,45. Er ist meist pistazien-grün, mitunter ins Schwärzlich-grüne, mitunter ins Zeisig-grüne. Die dunkeln Varietäten scheinen nur an den Kanten durch, die hellen noch in dünnen Blättchen. Er schmilzt etwas schwerer als Almandin zu einer schwarzen etwas blasigen Schlacke. Durch Chlorwasserstoffsäure wird das feine Pulver angegriffen; in der Auflösung ist Eisenoxydul nicht nachweisbar. Das Auslesen reiner Stücke zur chemischen Analyse hatte keine Schwierigkeit. Dieselbe wurde von Dr. Brockhoff ausgeführt und ergab folgende Resultate:

Epidot vom Ehrenberg.

	Procente	Sauerstoff-Gehalt		Sauerstoff-Verhältniss	
Kieselsäure	37,8	20,2		13,3 od. 2,94	
Eisenoxyd	15,3	4,6			
Manganoxyd	0,2	0,0	13,7	9	2
Thonerde	19,5	9,1			
Kalkerde	24,2	6,9			
Talkerde	0,8	0,3	7,27	4,7	1,06
Eisenoxydul	0,3	0,07			
Wasser	2,3	2,0		1,3	
Summe	100,4				

[1]) Voigt, Bergmännische und mineralogische Abhandl. 1789. S. 13 fgde.
[2]) Heim, Geol. Beschr. des Thür. Waldgeb. 1803. Th. 2. Abth. 3 u. 4. S. 127.

Da auf einen etwaigen Eisenoxydul-Gehalt viel ankommt, so habe ich denselben durch eine Aufschliessung in überhitzter Schwefelsäure — bei etwa 160° — mittels Titrirens bestimmt; er ist so gering, dass er eine Berücksichtigung kaum verdient.

Die Zusammensetzung dieses Pistazites stimmt am nächsten überein mit derjenigen der Dauphineer. Sie entspricht genauer der älteren Rammelsbergischen [1]) Formel, als der neuern Tschermack'schen [2]); die erste verlangt nämlich als Verhältniss zwischen dem Sauerstoff der Monoxyde, Sesquioxyde und der Kieselsäure 1:2:3, die andere 4:9:12; — wenn auf das Wasser keine Rücksicht genommen wird. Man hat nun allerdings nicht mehr daran zu zweifeln [3]), dass die Tschermack'sche Formel dem Pistazit von Sulzbach in Tyrol zugehört, und noch weniger, dass das Sulzbacher Vorkommen ein ganz typisches ist. Für den vorliegenden Fall dürfte das Zusammenvorkommen mit Granat und in Folge davon die Beimengung von etwas Granatmasse die nähere Annäherung an die Zusammensetzung des Granaten erklären.

§. 44. Contact-Veränderungen des Labrador-Diorites. Periklin.

Das Vorkommen des Periklins ist bereits von v. Fritsch [4]) vermuthet worden, indem er Albit mit beigesetztem Fragezeichen unter den secundären Mineral-Vorkommnissen an der Grenze zwischen Labrador-Diorit und Granit aufführt, ohne jedoch eine weitere Begründung hinzuzufügen.

Der Periklin erscheint nur krystallinisch, aber die Krystalle sind nicht eben schön entwickelt. Dieselben sind breit leistenförmig, nach drei Richtungen spaltbar. Die erste Spaltungs-Richtung ist der breiten Leistenfläche parallel, die zweite nahe rechtwinklig gegen die Länge der Leiste, die dritte wohl nahe rechtwinklig gegen die breite Leistenfläche aber schräg gegen ihre Längs-Axe. Nach der ersten Richtung ist die Spal-

---

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. 1872. Bd. 24. S. 69.
[2]) Berichte der kaiserl. Acad. der Wissensch. zu Wien. Bd. 50. S. 585.
[3]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. 1872. Bd. 24. S. 650.
[4]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. 1860. Bd. 122. S. 100.

tung sehr vollkommen und wird durch viele Haarspalten angezeigt; die Spaltungsflächen sind glatt und glänzend, zeigen auch keine Spur von Streifung, welche auf Zwillings-Bildungen hindeutete. Nach der zweiten Richtung ist die Spaltbarkeit viel weniger vollkommen und nicht durch Haarspalten angedeutet. Nach der dritten Richtung ist die Spaltung noch unvollkommner. Obgleich ich genaue Messungen nicht habe vornehmen können, so nehme ich doch keinen Anstand, diese Spaltungs-Richtungen auf das oP, $\infty P \infty$ und $\infty P'$ des Periklins (bei Naumann) zu beziehen. Zur Bestimmung der Dichte dienten Bröckchen von höchstens 1 Mm. Durchmesser, an denen weder ein Einschluss, noch ein Anflug von etwas Fremdartigem zu bemerken war; dieselbe ergab sich zu 2,86. Die Härte ist die des Adulars, mitunter etwas geringer. Die Farbe ist weiss, mitunter in das Blass-fleischrothe. Nur ganz dünne Kanten lassen etwas Licht durchscheinen. Vollkommene Spaltungsflächen haben schwachen Perlmutterglanz, die übrigen sind fast matt. Die Schmelzbarkeit kommt derjenigen des Adulars nahe, steht jedoch ein wenig unter ihr. Die Schmelze ist sehr schaumig, weiss, das Glühlicht gelb. Eine quantitative von mir ausgeführte Analyse führte zu folgenden Zahlen:

Periklin vom Ehrenberg.

	Procente	Sauerstoff- Gehalt		Sauerstoff- Verhältniss
Kieselsäure	68,01	36,27		11,79
Thonerde	19,75	9,22		3
Eisenoxyd mit etw. Manganoxyd	0,78			
Kalkerde	0,08	0,02	3,04	0,98
Talkerde	0,12	0,05		
Natron	11,50	2,97		
Glühverlust	0,40			
Summe	100,64			

Das Sauerstoff-Verhältniss kann ohne wesentliche Vernachlässigung auf dasjenige eines trisilicatischen Natron-Feldspathes gebracht werden. Ihm entspricht auch die Spaltbarkeit. Will man Periklin neben Albit als Name einer eigenthümlichen Ent-

wickelung stehen lassen, so ist das Vorkommen dem ersten und nicht dem letzten zuzurechnen wegen der weissen Farbe und der sehr geringen Durchscheinenheit. Bemerkenswerth ist jedoch die absolute Abwesenheit des Kalis, wovon die übrigen Perikline in ganzen Procenten ausdrückbare Mengen zu enthalten pflegen.

§. 45. Contact-Veränderungen des Labrador-Diorites. Kalkspath.

Der Kalkspath ragt zwar nicht mit selbständigen Krystallen in den freien Raum der Klüfte und Hohlräume hinein, sondern füllt die Zwischenräume zwischen den übrigen Krystallen aus, ist aber so vollkommen spaltbar, dass Rhomboëder bis über ½ Cm. Seite als Spaltungs-Stücke leicht gewonnen werden können. Er ist ziemlich klar und ganz rein.

§. 46. Contact-Veränderungen des Labrador-Diorites. Schluss.

Im Allgemeinen schliesst sich der Pistazit am engsten an den Labrador-Diorit an und der Periklin nimmt die äussersten Lagen ein; der Kalkspath füllt nur Hohlräume aus. Danach ist im Allgemeinen die Altersfolge der Entstehung: Pistazit, Granat, Periklin, Kalkspath. Jedoch ist in einzelnen Fällen die zeitliche Ordnung der Bildung von Granat und Periklin auch die umgekehrte; indem sich nicht nur Abdrücke von Granat-Krystallen im Periklin finden, sondern auch Umhüllungen von Periklin durch Granat.

Braucht man wohl nicht viele Worte darüber zu verlieren, dass das beschriebene Gemenge von Pistazit, Granat, Periklin — den Kalkspath vorläufig unbeachtet gelassen — eine Entwickelung aus dem Labrador-Diorit, oder noch bestimmter eine Umwandlung desselben sei, so kann dieselbe doch nicht auf eine blosse Umsetzung der Silicate ohne Aufnahme und Abgabe von Stoffen hinaus gedeutet werden. Man könnte eine solche Deutung kurzweg damit zurückweisen, dass man daran erinnerte,

die Hornblende sei ein Bisilicat, der Labrador-Feldspath ein Sesquisilicat, der Periklin hingegen allerdings ein Trisilicat, aber der Granat ein Singulosilicat und der Pistizit ein noch tiefer stehendes Silicat, und dass aus einem Gemenge von viel Bisilicat mit wenig Sesquisilicat, nicht ein Gemenge von viel Singulosilicat mit wenig Trisilicat hervorgehen könne, ohne Entfernung eines Theils der Kieselsäure, wenn nicht der Thonerde in der Hornblende eine wesentlich andere Stellung zukäme, als in den übrigen der genannten Silicate. Nimmt man deshalb aus den beiden Analysen (s. §. 20) der dunkeln, Amphibolit-ähnlichen Labrador-Diorite, welche denjenigen, deren Umwandlungen vorliegen, jedenfalls sehr nahe stehen, das arithmetische Mittel und berechnet daraus den Sauerstoff-Gehalt und das Sauerstoff-Verhältniss, so findet man:

	Procente	Sauerstoff-			
		Gehalt		Verhältniss	
Kieselsäure	49,81	26,56	1		3
Eisenoxyd	15,53	4,66	0,17		
Thonerde	14,91	6,91	0,26		
Kalkerde	9,09	2,60	0,10	0,66	2
Talkerde	6,49	2,60	0,10		
Natron	2,79	0,72	0,03		

Der dunkle Labrador-Diorit stellt also im Ganzen, wenn man die Thonerde als Basis in Rechnung zieht, ein *Sesquisilicat* dar.

Nun kann allerdings ein Sesquisilicat geradezu sich spalten in Singulosilicat und Trisilicat. Dass aber eine solche Spaltung im vorliegenden Falle nicht stattgefunden hat, ist nicht zweifelhaft, da den Spaltungsproducten die im dunkeln Labrador-Diorit reichlich vorhandene Tálkerde fast ganz fehlt. Mit der Entfernung der Talkerde, als eines ansehnlichen Theils der Basen des dunkeln Labrador-Diorites, steht aber die Entfernung eines Theiles der Kieselsäure in nothwendiger Verbindung. Sie wird ja auch durch die eben erwähnten Quarz-Krystallisationen an der Grenze zwischen Labrador-Diorit und Granit angezeigt. Während die Talkerde in den Grenzgebilden fehlt, ist die Kalkerde um so reichlicher vorhanden, nicht nur als Bestandtheil der Silicate, sondern auch als Carbonat. Dieses Vorwiegen der

Kalkerde in den Contact-Bildungen, namentlich vor der Thonerde, findet seine einfachste Erklärung in einer Zufuhr derselben durch das bei den Contact-Bildungen offenbar thätig gewesene Wasser.

§. 47. Durchbruch des Quarz-Porphyrs durch Labrador-Diorit und Granit.

Obgleich die Grenzen des Quarz-Porphyrs, so wie sie auf der Karte aufgezeichnet sind, nur innerhalb eines Spielraums von wenigen Schritten unsicher sind, so fand ich sie doch an keiner Stelle so entblösst, dass ich von Grenz-Bildungen oder Contact-Erscheinungen reden könnte. Wenn der grobkörnige Voigtit-Granit knapp zur Seite des Quarz-Porphyrs auf dem Gipfel des Ehrenbergs am grobkörnigsten ist, so hat das noch keine nothwendige Beziehung zu der Eruption des Porphyrs, sondern kann auch eine Gesteins-Entwickelung sein, welche in dem viele Labrador-Diorit-Stücke einschliessenden und sich apophytisch in den Labrador-Diorit vertheilenden Granit-Keile schon vollzogen war, ehe der Quarz-Porphyr sich dazwischen eindrängte.

In überraschender Weise steht der Granit auf der Gipfelfläche des Ehrenbergs in einer offenbar künstlichen Vertiefung an, welche zwar der westlichen Grenze des Quarz-Porphyrs und Granites sehr nahe, aber dennoch vom letzten noch durch einen schmalen Streif des ersten getrennt ist, — wenigstens nach meinen Untersuchungen der auf der Boden-Oberfläche zersreuten Brocken. Ich muss diesen Granit für einen Einschluss im Porphyr halten. Ueber diesen Granit lässt sich nichts weiter sagen, als dass er sehr mürbe, ja fast zu Gruss zerfallen ist. Schon zu Voigt's [1]) Zeiten bestand diese Vertiefung; von ihm wurde sie unbedenklich für einen alten Schacht genommen. Zu welchem Zwecke derselbe abgeteuft worden sei, war ihm unerfindlich; er meinte, darin eine der vielen zwecklosen Bergbauten zu erkennen, die früher namentlich von Eigenlöhnern so häufig am Thüringer Walde unternommen sind.

---

[1]) Voigt, Mineralogische und bergmännische Abhandlungen. Leipzig 1789. S. 28.

§. 48. Schluss.

Wie am Ehrenberge, so ist auch über den ganzen Rücken des Thüringer Waldes die azoïsche Grauwacke das älteste, der Quarz-Porphyr das jüngste Gestein. Der Bildungszeitraum des ersten und letzten fallen also zusammen. Nur die untere Formation der Dyas, das Rothliegende, deren Absatz mit der Eruption des Quarz-Porphyrs gleichzeitig erfolgte, geht in den Bau des Thüringer Waldes ein; die obere Formation hingegen, der Zechstein lagert sich nur an den Fuss an, indem er entweder durch Hebung nach aufwärts gebogen, oder durch eine Verwerfungs-Kluft getrennt ist. Das letzte Anlagerungs-Verhältniss gilt für den nördlichen und nordwestlichen Fuss des Ehrenbergs. Hier ist durch die Verwerfung nicht blos oberer Zechstein, sondern auch mittlerer Buntsandstein in gleiches Niveau gebracht mit azoïscher Grauwacke und Quarz-Porphyr.

Gewöhnlich folgen die Flussauen am Fusse des Thüringer Waldgebirges auf längere Strecken diesen mit Verwerfungen in Verbindung stehenden Grenzen, indem sie ihr Bett nach der Seite der minder widerstandfähigen jüngeren Sediment-Gesteine ausbreiten. Die Ilm macht davon am Ehrenberge eine Ausnahme. Sie fliesst zwischen dem Thüringer Waldgebirge und dem abgetrennten Vorsprung des Ehrenbergs hindurch. Diesem Durchfluss muss eine schon frühe vorhandene Kluft besonders günstig gewesen sein. Wie tief diese hinabreichte, wie weit sie klaffte, darüber liegt kein Aufschluss vor. Ilmaufwärts setzt sie sich zwar nicht fort, kann aber wohl mit dem jähen Aufsteigen des Rothliegenden zur linken Seite der Ilm in Zusammenhang gebracht werden.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IV. u. V.

Schwarz entspricht dem Opaken; so erscheinen also fast alle Eisenerze. Die Farben sind nicht ganz naturgetreu, sondern geben blos eine Annäherung an die Natur, welche die Unterscheidung der Arten erleichtern soll. Die grüne Farbe gehört der Hornblende und dem Pistazit, die braune den blätterigen und faserigen Mineralien, welche sich an die Hornblende anschliessen die roth-gelbe dem Titanit und Granat.

Fig. 1. Taf. IV. Labrador-Diorit; Gang bei der Spinnerei, Vergr. 9 mal. Entwickelung der Hornblende vom Krystalloïdischen bis zum vollkommen Krystallisirten.

Fig. 2. Taf. IV. Dunkler Labrador-Diorit (Amphibolitschiefer); südwestlicher Abhang des Ehrenbergs, Vergr. 90 mal. Hornblende in krystalloïdischen Schuppen und in krystallinischen Leisten; die letzten mitunter gebogen; kleine Krümchen von titanhaltigem Eisenglanze eingestreut; Labrador-Feldspath als Ausfüllung, durch die Zeichnung nur angedeutet.

Fig. 3. Taf. IV. Krystalloïdische Schuppe von Hornblende. Vergr. 600 mal. Labrador-Diorit der Schwärzfabrik.

Fig. 4. Taf. IV. Dieselbe. Vergr. 250 mal; ebendaher.

Fig. 5. Taf. IV. Dieselbe. Vergr. 350 mal, ebendaher.

Fig. 6. Taf. IV. Labrador-Diorit; Gang bei der Spinnerei. Vergr. 22 mal. Hornblende. Hornblende in blätterigen Krystallen, in Büscheln, strahligen und verfilzten Aggregaten. Labrador-Feldspath, stark getrübt Titanhaltiger Eisenglanz. Faseriges Silicat.

Fig. 7. Taf. IV. Hornblende. Aggregat krystalloïdischer Schuppen. Vergr. 80 mal. Labrador-Diorit der Spinnerei.

Fig. 8. Taf. IV. Cavernen in der Hornblende, parallel und quer zu den Blätterdurchgängen. Verg. 200 mal. Labrador-Diorit oberhalb der Schneidemühle.

Fig. 9. Taf. IV. Dunkler Labrador-Diorit (Amphibolit). Südwestlicher Abhang des Ehrenbergs. Vergr. 50 mal. Titanhaltiger Eisenglanz. Blätteriges Silicat. Hornblende krystallisirt. Labrador-Feldspath als Ausfüllung der Zwischenräume durch Zeichnung nicht weiter ausgeführt.

Fig. 10. Taf. IV. Labrador-Diorit oberhalb der Spinnerei Vergr. 180 mal. Titanhaltiger Eisenglanz. Glasiges Mineral. Hornblende und Labrador-Feldspath durch Zeichnung nicht weiter ausgeführt.

Fig. 11. Taf. IV. Grobkörniger Labrador-Diorit bei der Herrenmühle. Vergr. 14 mal. Labrador-Feldspath deutlich krystallisirt; Vielling. Hornblende deutlich krystallisirt und blätterig.

Fig. 12. Taf. IV. Cavernen mit feststehenden Libellen im Labrador-Feldspath. Vergr. 350 mal. Labrador-Diorit der Schwärzfabrik.

Fig. 13. Taf. IV. Hyacinthrothe Flecke von Eisenoxyd, Einschlüsse im Labrador-Feldspath. Vergr. 350 mal. Labrador-Diorit bei der Schwärzfabrik.

Fig. 14. Taf. V. Labrador-Diorit bei der Spinnerei. Vergr. 22 mal. Titanit in negativen Krystall-Formen. Hornblende in Fächer- und Stern-förmigen Krystall-Aggregaten. Labrador-Feldspath. Titanhaltiger Eisenglanz.

Fig. 15. Taf. IV. Titanit, negativer Krystall. Vergr. 22 mal. Labarador-Diorit bei der Spinnerei.

Fig. 16. Taf. V. Labrador-Diorit bei der Spinnerei. Vergr. 350 mal. Hornblende, blätterig; dunkle Einschlüsse längs der Blätter-Durchgänge. Quarz mit vielen Cavernen und Hornblende-Einschlüssen. Fetzen von Rotheisenerz.

Fig. 17. Taf. IV. Cavernen mit feststehenden Libellen im Quarz des Labrador-Diorites bei der Spinnerei. Vergr. 220 mal.

Fig. 18. Taf. IV. Hornblende; leistenförmige Krystalle. Vergr. 250 mal. Granit der Saigerhütte.

Fig. 19. Taf. IV. Hornblende; krystalloïdische Schollen und Schuppen. Vergr. 250 mal. Granit der Saigerhütte.

Fig. 20. Taf. IV. Hexagonale Säule. Apatit? Vergr. 150 mal. Granit der Saigerhütte.

Fig. 21. Taf. IV. Hexagonale Säule. Apatit? Vergr. 250 mal. Granit der Saigerhütte.

Fig. 22. Taf. IV. Hexagonale Säule. Apatit? Vergr. 150 mal. Granit der Saigerhütte.

Fig. 23. Taf. V. Schriftgranit mit Voigtit. Vergr. $11\frac{1}{2}$ mal. Westlicher Abhang des Ehrenbergs. Feldspathe, sehr deutlich blätterig, meist trüber Quarz in demselben, nicht ausgeführt. Voigtit.

Fig. 24. Taf. V. Eisenerz. Vergr. 250 mal. Gestreifter Quarz-Porphyr vom Fusse des Tragbergs.

Fig. 25. Taf. V. Dasselbe. Ebenso. Von ebendaher.

Fig. 26. Taf. V. Dasselbe. Ebenso. Von ebendaher.

Fig. 27. Taf. V. Dasselbe. Ebenso. Von ebendaher.

Fig. 28. Taf. V. Schlauchförmige Einstülpung von Grundmasse in einem Quarz-Krystall mit ansitzenden Krystallnadeln. Vergr. 250 mal. Gestreifter Quarz-Porphyr am Fusse des Tragbergs.

Fig. 29. Taf. V. Orthoklas. Zwilling nach dem Bavenoer Gesetze. Vergr. 60 mal. Gestreifter Quarz-Porphyr am Fusse des Tragbergs.

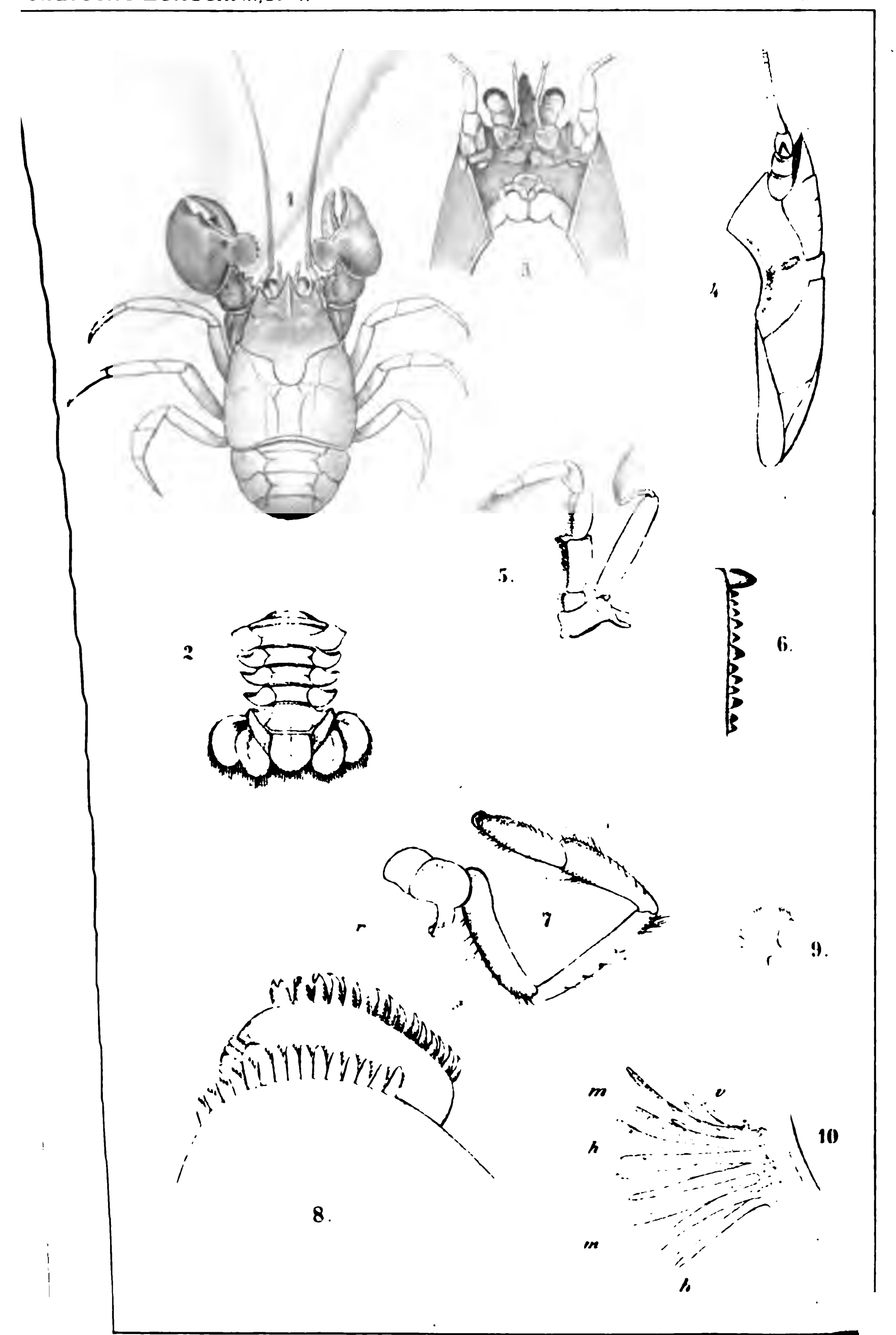
Fig. 30. Taf. V. Wirtel von Krystall-Nadeln. Vergr. 350 mal. Geflossener Quarz-Porphyr. Kuppe des Ehrenbergs.

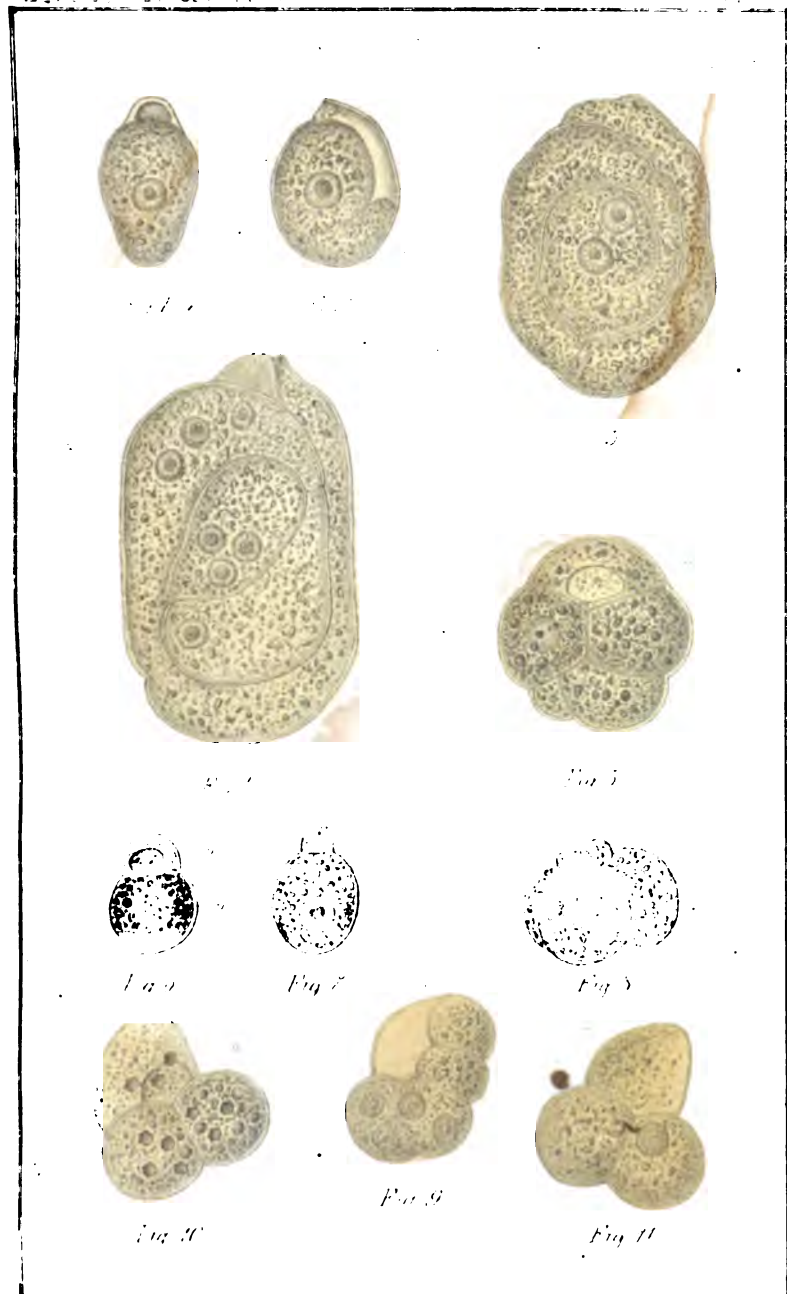
Fig. 31. Taf. V. Krystallinische (Feldspath-?) Scholle Vergr. 350 mal. Quarzitischer Quarz-Porphyr. Kuppe des Ehrenbergs.

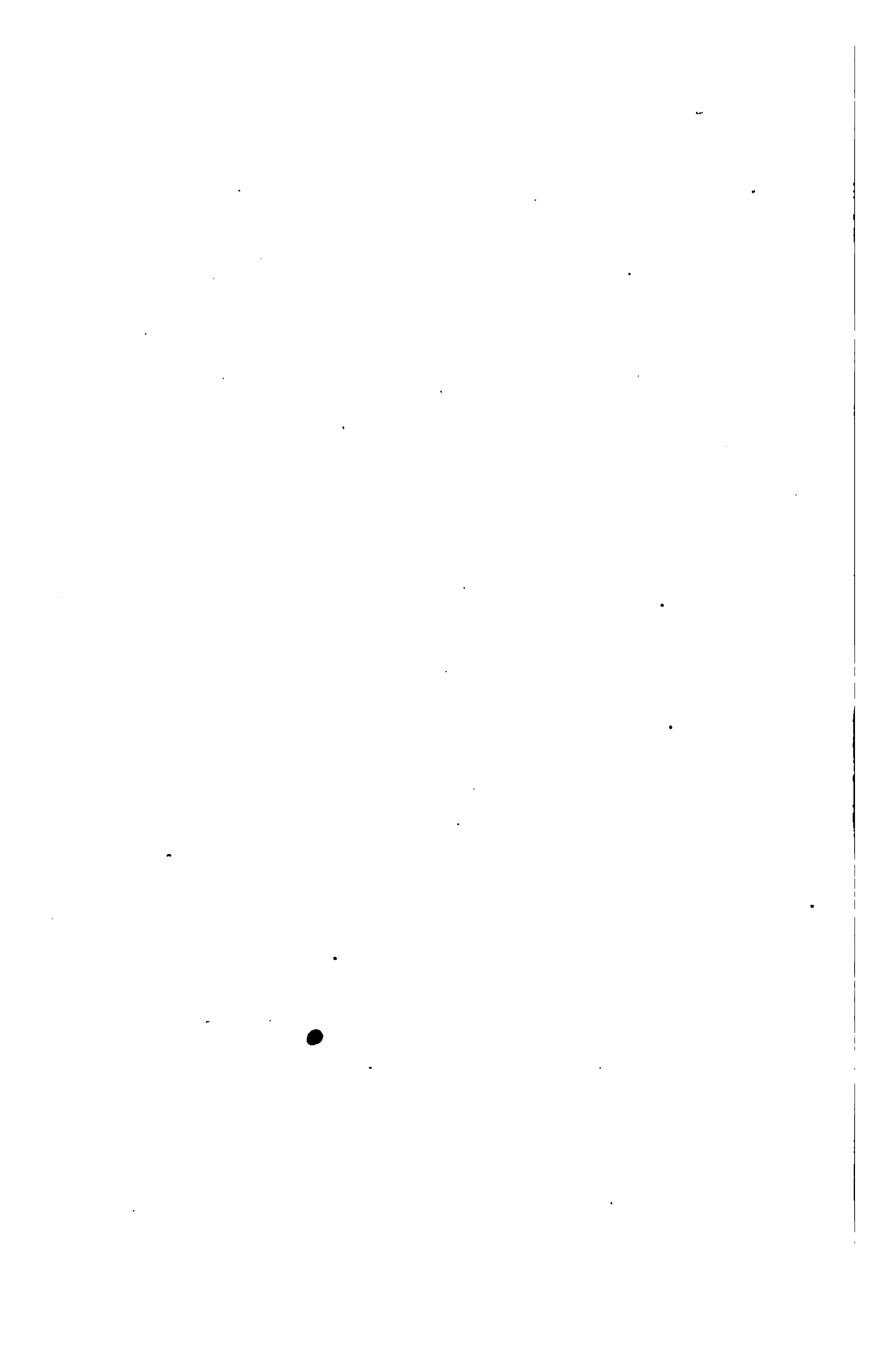
Fig. 32. Taf. V. Krystall-Nadeln, strahlig aggregirt. Vergr. 350 mal. Quarzitischer Quarz-Porphyr. Kuppe des Ehrenbergs.

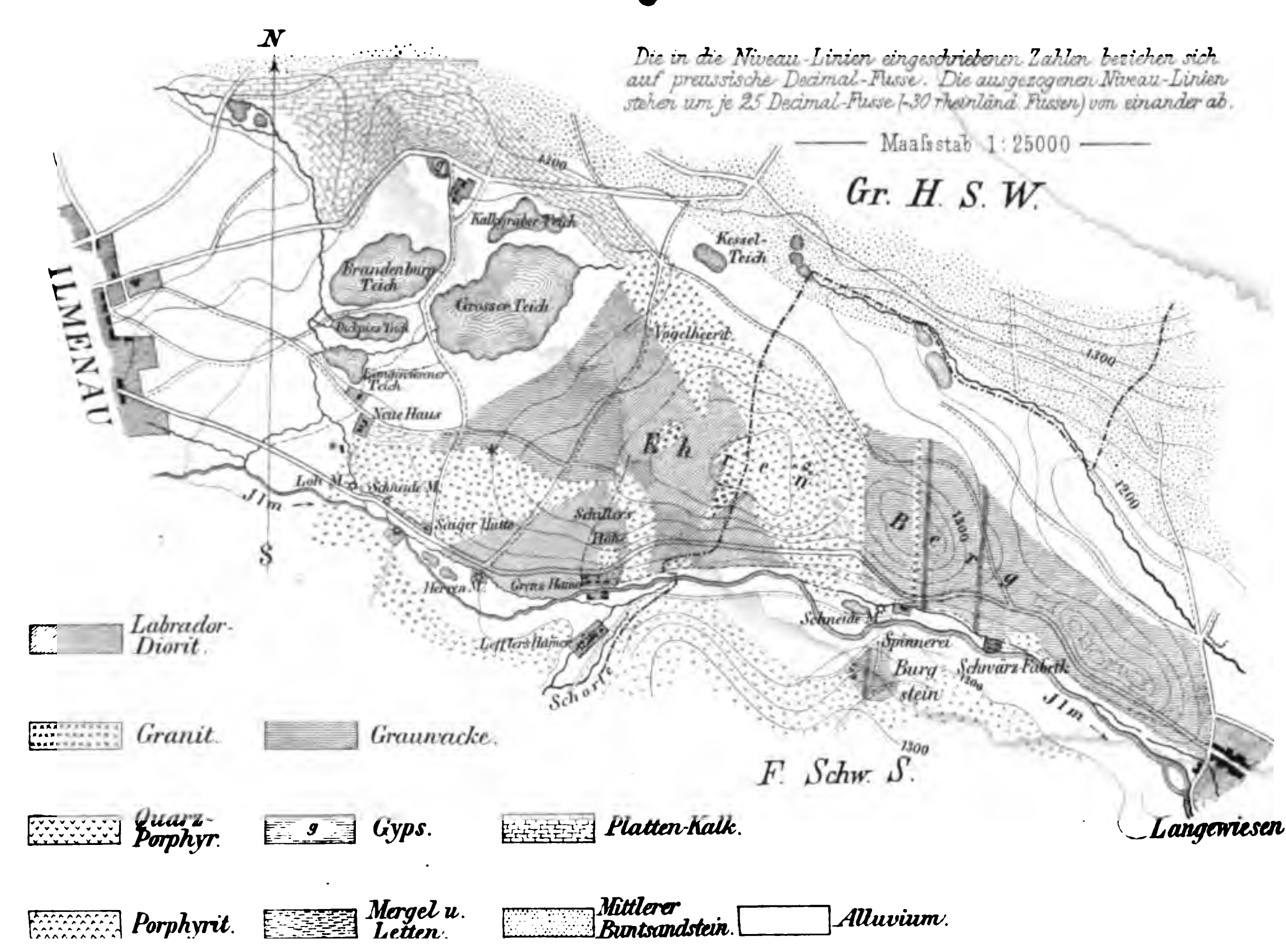
Fig. 33. Taf. V. Krystall-Nadeln, einzeln mit klino-rhombischer Endigung. Vergr. 500 mal. Ebendaher.

Fig. 34. Taf. V. Krystall-Nadeln gebogen. Vergr. 500 mal. Ebendaher.
Fig. 35. Taf. V. Krystall-Nadeln gebogen. Vergr. 350 mal. Ebendaher.
Fig. 36. Taf. V. Krystall, wenig durchscheinend. Vergr. 350 mal. Ebendaher.
Fig. 37. Taf. V. Klinorhomb. Krystalle. Vergr. 350 mal. Ebendaher.
Fig. 38. Taf. V. Hexagonale Säulen. Vergr. 350 mal. Ebendaher.
Fig. 39. Taf. V. Labrador-Diorit-Einschluss in Granit. Verkleinerung $^1/_{10}$. Südlicher Abhang des Ehrenbergs.
Fig. 40. Taf V. Granit-Apophyse im Labrador-Diorit. Verkleinerung $^1/_{10}$. Südlicher Abhang des Ehrenbergs.
Fig. 41. Taf. V. Grenze zwischen dunkelm Labrador-Diorit (Amphibolit) und Granit. Vergr. 14 mal. Südlicher Abhang des Ehrenbergs.
Fig. 42. Taf. V. Augit? aus dem Granit nahe der Grenze gegen den Labrador-Diorit. Vergr. 75 mal. Südlicher Abhang des Ehrenbergs.
Fig. 43. Taf. V. Graugrünes aphanitisches Gestein an der Grenze zwischen Labrador-Diorit und Granit. Vergr. 120 mal. Südlicher Abhang des Ehrenbergs. Krystalloïde und Krystallite von Granat und Pistazit.


1
3
4
5.
6.
2
7
r
9.
8.
m
v
h
10
m
h







Der Ehrenberg b/ Ilmenau.
Die in die Niveau-Linien eingeschriebenen Zahlen beziehen sich auf preussische Decimal-Fusse. Die ausgezogenen Niveau-Linien stehen um je 25 Decimal-Fusse (=30 rheinländ. Fussen) von einander ab.
Maafsstab 1:25000
N
S
Gr. H. S. W.
F. Schw. S.
ILMENAU
Langewiesen
Kalkgraber Teich
Brandenburg Teich
Grosser Teich
Kessel-Teich
Vogelheerd
Neue Haus
Loh M.
Schneide M.
Saiger Hütte
Schillers Höhe
Grenz Hammer
Schneide M.
Spinnerei
Burg stein
Schwarz Fabrik
Scharfe
Ilm
E h r e n
B e r g
1100
1200
1300
Labrador-Diorit.
Granit.
Grauwacke.
Quarz-Porphyr.
Gyps.
Platten-Kalk.
Porphyrit.
Mergel u. Letten.
Mittlerer Buntsandstein.
Alluvium.

Taf. IV.

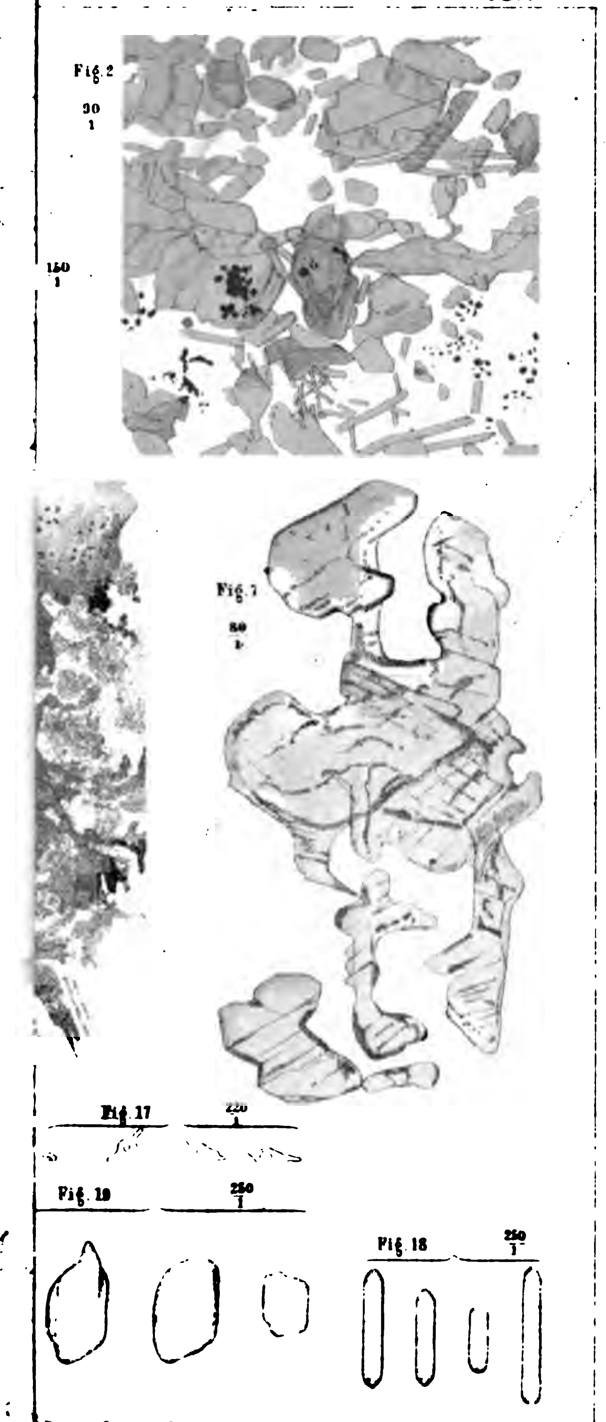


Fig. 41 14/1

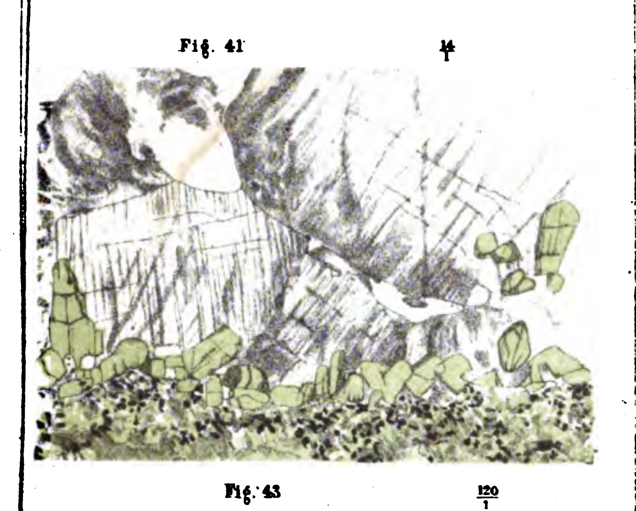


Fig. 43 120/1

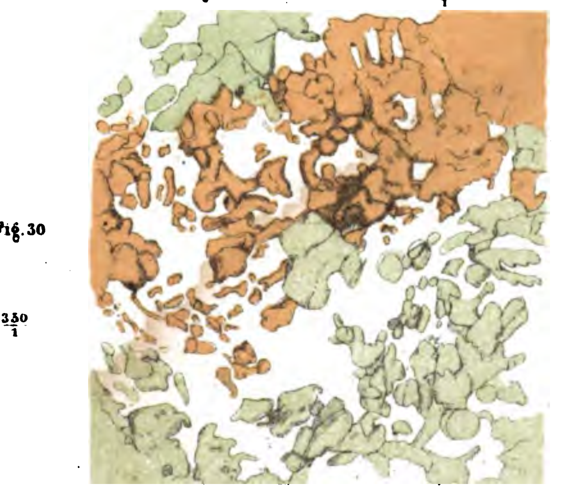


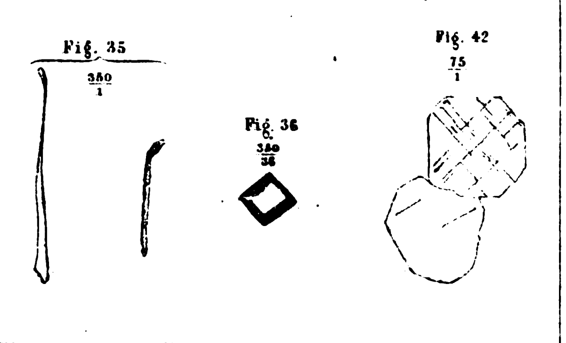
Fig. 30

350/1

Fig. 35 350/1

Fig. 36 350/35

Fig. 42 75/1



Ueber Ontogenie und Phylogenie der Insekten.

Eine akademische Preisschrift

von

Dr. Paul Mayer in Jena.

Hierzu Tafel VI u. VI a, b, c.

„Lorsque le rapprochement générique des insectes, fondé sur l'étude des caractères extérieurs, se trouve confirmé par le genre de vie, les métamorphoses et l'anatomie, on peut dire que la classification est véritablement naturelle." Dieser Ausspruch [1]) des eifrigsten aller Entomotomen bedarf nur eines kleinen Zusatzes, um auch heute, also nach über dreissig Jahren, noch gültig zu sein, ja eigentlich jetzt wieder zu Ehren zu kommen. Wenn nämlich Dufour die Embryologie ganz mit Stillschweigen übergeht, so lag es einfach daran, dass zu der damaligen Zeit eben erst durch Kölliker der Versuch gemacht wurde, dieses bis dahin für die Insekten so gut wie unbearbeitete Feld in Angriff zu nehmen. Die Resultate seiner Arbeit waren daher, so bedeutend sie auch an und für sich sein mochten, nicht dazu angethan, auf die fundamentale Wichtigkeit, welche ihnen noch zu Theil werden sollte, auch nur hinzuweisen. Heute zu Tage verfällt man nun wohl in den entgegengesetzten Fehler: man classificirt, ohne sich um die reife Form gross zu kümmern, einzig und allein nach dem Modus der Entwicklung im Eie. So spricht sich z. B. Salensky [2]) dahin aus: „Wenn das phylogenetische Grundgesetz richtig ist, so muss die Verwandtschaft der Thiere erst aus der Ontogenie aufgefunden

---

[1]) Annal. Scienc. natur. Zool. 1843. I. 290.

[2]) Bemerkungen über Haeckel's Gastraeatheorie. Troschel's Archiv 1874. XI. 1 pag. 137 ff.

werden, sonst ist der Begriff der Verwandtschaft .... eine vorgefasste Meinung" (p. 173), parallelisirt darauf hin die Entwicklung der Ascidie mit der des Hydrophilus „... bei den Insekten entsteht ebenfalls dieselbe Blase, die sich nur dadurch von der ersten unterscheidet, dass sie mit Dotter erfüllt ist" (p. 164) und formt darnach die Verwandtschaftsbezeichnungen zwischen divergenten Thierklassen. Hierbei überträgt er noch ohne Weiteres die am Hydrophilus beobachteten Erscheinungen auf alle Insekten, obwohl er die Störung der Entwicklung durch den Nahrungsdotter in thesi anerkennt und daher eine „Blase" mit demselben nicht mit einer ohne solchen Inhalt hätte vergleichen dürfen. Dem gegenüber ist es vielleicht nicht überflüssig, wenn ich auseinandersetze, in welcher Weise meiner Ansicht zufolge bei phylogenetischen Untersuchungen die einzelnen Urkunden, welche uns zu Gebote stehen, zu verwerthen sein werden. In erster Linie wichtig ist theoretisch ohne Zweifel die Palaeontologie, mit deren Resultaten wir uns so wenig wie möglich und überhaupt nur dann in Widerspruch setzen dürfen, wenn gute Gründe für den Glauben vorliegen, die Differenz werde bei genauerer Kenntniss der Versteinerungen von selbst schwinden. In der Praxis freilich gestaltet sich eben wegen der Unvollkommenheit des uns überlieferten Materials, sowie die ältesten Schichten in Frage kommen, die Sache dahin, dass wir die Palaeontologie einstweilen nur zur Bestätigung der auf anderem Wege ermittelten Sätze verwenden können. Zur Abstrahirung dieser Sätze dient aber vor allem die Systematik s. str., welche die reichste und bei richtiger Anwendung auch die zuverlässigste der zu unserer Verfügung stehenden Notizensammlungen ist. Bisher ist sie zwar vielfach nur als Schlüssel zum Bestimmen der einzelnen Thiere, also zu einem eminent praktischen Zwecke verwendet worden, hat aber, da sie hierzu vorwiegend scheinbar unbedeutende Merkmale in den Vordergrund schob, eine Menge werthvoller Angaben geliefert. Hätten die Systematiker von Fach ausschliesslich dieses Verfahren gewählt, d. h. blos solche Theile des Insektenkörpers berücksichtigt, welche als für den Organismus unerheblich der Anpassung wenig oder gar nicht erlagen und sich constant forterbten, so würden wir die Aufstellung des Stammbaumes bei weitem leichter finden, als jetzt, wo sie ohne bestimmtes Princip bald mehr die Vererbungs-, bald mehr die Anpassungsmomente zu Hülfe nehmen. Diese letzteren zeigen uns eben nur an, bis zu welchem Grade die Differenzirung des Insektenkörpers von einer Grundform aus nach

allen irgendwie zulässigen Richtungen gediehen ist, und geben, um einen bekannten Vergleich anzuwenden, ein Bild der feinsten Verzweigungen des Baumes zugleich mit der absoluten Höhe derselben über dem Erdboden; den Ort der Vereinigung eben dieser Zweige zu einem Aste und dem Insertionspunkt der letzteren am Stamme, die relative Höhe also, bestimmen wiederum nur die Constanzmerkmale. Sind nun, weil die exclusive Systematik sich hierüber keine Rechenschaft abgelegt hat, bei manchen Klassen die einen, bei manchen die andern vorzugsweise benutzt worden, so liegt auf der Hand, dass auch diese Disciplin, welche doch von jeher am eifrigsten gepflegt worden, in ihrem Materiale grosse Lücken aufzuweisen hat. Gilt aber eine solche ungleiche Behandlungsweise der einzelnen Gruppen und die hiermit verbundene Dürftigkeit der vorliegenden Notizen bereits von der Systematik, so ist das in noch weit höherem Maasse mit der Anatomie der Fall, deren Ergebnisse natürlich nur selten bei der Aufstellung des Systems verwendet worden sind. Noch mehr: die Quelle unserer entomotomischen Kenntnisse rinnt nicht nur äusserst spärlich, sie rinnt auch trübe und ist nur, wenn sie vorher das Filter der Kritik passirt hat, für unsere Zwecke dienlich. Wir brauchen blos zu bedenken, dass wirklich umfassende Arbeiten bisher eigentlich fast nur von Léon Dufour gemacht worden sind, dessen Hauptthätigkeit in das dritte, vierte und fünfte Decennium unseres Jahrhunderts fiel und dessen Methode, unter Wasser zu seciren, bei feineren Objecten ohne Weiteres zu Irrthümern führen musste, die, wie ich später zeigen werde, oft genug noch jetzt nicht ausgerottet sind. So bemerkt ganz richtig Schiödte [1]) bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Stigmen der Rhynchota: „It is of still les use to consult the general manuals in comparative anatomy, as all they contain in this respect concerning the structure of Insecta and Articulata in general is a confused mixture of a little that is true and a great mass of error.“ So weit wenigstens meine Kenntnisse reichen, muss ich diesen Ausspruch als begründet anerkennen.

Die Entwickelungsgeschichte ist selbstverständlich noch ungenügender bearbeitet und fordert die Kritik bei weitem mehr heraus, als dies schon die Anatomie thut. Indessen auch ihr principieller Werth bei phylogenetischen Untersuchungen ist ein durchaus anderer. Denken wir uns zwei Thierformen,

[1]) Annals and magazine of natural history. 4. Ser. VI. 1870. p. 238.

welche sich bis auf unbedeutende Einzelheiten nahe kommen und im System unbedenklich als zwei Arten derselben Gattung aufgeführt werden, so kann gleichwohl die Ontogenese derselben äusserst verschieden sein. Wollte man nun, wie dies Salensky vorhat, auf Grund der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge die Verwandtschaft beider Formen als Schein betrachten und diese von zwei verschiedenen Ausgangspunkten ableiten, so würde man zu einer höchst unwahrscheinlichen Annahme gedrängt werden, dass nämlich die Anpassung in beiden Fällen enorm gewesen sei und in gleichem Sinne gewirkt habe, um zwei in ihren Grundformen differente Organismen innerlich und äusserlich fast zur Uebereinstimmung zu bringen. Führt aber diese Consequenz wegen ihrer Ungeheuerlichkeit zur Ablehnung der Salensky'schen Auffassung, so hat auf der andern Seite die Annahme, dass die Ontogenese der einen Form mehr verkürzt oder verschoben sei, als die der andern, nichts Befremdendes, da solche „Fälschungen" nicht nur vorkommen können, sondern auch vorkommen müssen, insofern die Entwicklungsstufen selbst ja der Anpassung auch unterliegen. Somit wird man die Ontogenie nur mit Vorsicht zu verwenden haben und ihrer zur Feststellung der Verwandtschaftsbeziehungen überhaupt erst in zweiter Linie bedürfen.

Mit Rücksicht auf diese Auseinandersetzungen werde ich bei der vorliegenden Untersuchung in der Art verfahren, dass ich zunächst vorzüglich mit Hülfe der Morphologie, unter welchem Begriffe Anatomie und Systematik zusammenfallen, die Gestalt des Urinsekst zu ermitteln suche, darauf die einzelnen Gruppen, wie sie die heutige Systematik liefert, auf ihre Zusammengehörigkeit prüfe und für die Glieder einer jeden ebenfalls eine Stammform aufstelle, um sodann, indem ich auf die Entwicklungsgeschichte eingehe, diese Stammformen von dem Urinsekte abzuleiten. Zum Schlusse wird dann auch dieses seinen Platz in dem natürlichen Systeme angewiesen erhalten müssen, wozu wiederum die Entwicklungsgeschichte befragt werden wird. Die Unzulänglichkeit der einzelnen Dokumente bringt es aber mit sich, dass weitaus die meisten Behauptungen, die ich aufzustellen habe, eines unumstösslichen Beweises entbehren und oft genug nur vermuthungsweise vorgebracht werden können. Trotz dieser manchmal recht bedeutenden Unsicherheit, über deren Grösse ich mir selbst nicht im Zweifel bin, glaube ich doch den Versuch zur Aufstellung eines Stammbaumes der Insekten wagen zu dürfen, da er selbst dann, wenn er sich als theilweise unhaltbar erweisen

sollte, in den Untersuchungen, welche er zu seiner Widerlegung hervorrufen muss, für unsere Kenntniss und wissenschaftliche Auffassung einigen Nutzen haben wird.

I.

Wenn man es unternimmt, die Körperform, welche das Urinsekt besass, zu reconstruiren, so muss man offenbar von den Imagines ausgehen, da man a priori nicht wissen kann, wie weit die Gestalt der Larven ursprünglich oder nachträglich erworben ist. Ich stelle diesen Satz als Fundament der nachfolgenden Untersuchung an deren Spitze. Diejenigen, welche vor mir die Phylogenie der Insekten mehr oder weniger eingehend behandelt haben, sind über allgemein gehaltene Betrachtungen und Vermuthungen deswegen nicht hinaus gekommen, weil sie ohne Weiteres auch die Larven mit heranzogen und nun, indem sie ziemlich willkürlich bald diese, bald jene unter ihnen als abgeändert ausschieden, zu Folgerungen gelangten, welche sich bei genauerem Zusehen als unhaltbar erweisen müssen. Gerade aber die präcise Fassung des Begriffes Urinsekt schafft zunächst einen festen Punkt, von dem sich rückwärts und vorwärts schauen lässt. Ich definire dieses daher ausdrücklich als den Stammvater sämmtlicher Imagines, keineswegs aber auch sämmtlicher Larven. Das Protentomon nun, von dem alle andere [1]) Insekten abzuleiten sind, besass

1) einen gegliederten Körper, an welchem Kopf, Thorax und Abdomen zu unterscheiden waren. Der Kopf trug ein Paar fadenförmige Antennen, drei Paar Kiefer, ein Paar zusammengesetzte Augen [und wahrscheinlich drei Ocellen]. Der Thorax bestand aus drei deutlich getrennten Metameren, deren jedes einen Ventralanhang — Bein — und mit Ausnahme des ersten auch einen Dorsalanhang — Flügel — trug. Das Abdomen hatte 11 unter sich homonome Metamere. Eine Verschmelzung einzelner Segmente hatte nicht statt [ebenso wenig aber auch eine deutlich ausgesprochene Lockerung der Verbindung zwischen Kopf und Thorax oder zwischen diesem und dem Abdomen].

[1]) Ich schliesse einstweilen absichtlich die Thysanura von der Betrachtung aus und werde sie erst am Schlusse der Arbeit besprechen.

2) Die äusserste Schicht des Körpers bildete die Chitindecke, welche als eine Abscheidung der Epidermiszellen auch überall dort sich vorfand, wo echte Epidermis vorhanden war. Die Musculatur war, wie aus dem Vorhandensein beweglicher Anhänge hervorgeht, schon weit differencirt. Diese Anhänge waren hohle, röhrenförmige Fortsätze der Körperwandung; die Flügel, unter sich gleichartig, erschienen als dünne, flachgedrückte Blasen, deren äusserste Schicht eine homogene Chitinlamelle bildete. Die Beine waren unter sich nahezu gleichartig und bestanden aus den typischen fünf Abschnitten. [Der Tarsus war fünfgliedrig; ob Klauen und Pulvillen existirten, ist nicht mit Sicherheit anzugeben.]

3) Der Darm bestand aus dem Magen und den beiden mit einer chitinigen Cuticula versehenen Einstülpungen der Epidermis: Mund- und Enddarm. Der Magen besass eine einfache Lage Verdauungszellen. In den Munddarm ergoss sich das Secret von einem Paare einfacher, schlauchförmiger Speicheldrüsen. Eine Leber fehlte. In den Anfang des Enddarms mündeten zwei Paar einfache, schlauchförmige Excretionsorgane, die sog. vasa Malpighii.

4) Das Nervensystem wurde von einem Schlundring nebst 3 Thoracal- und 9 [vielleicht 11] Abdominalganglien gebildet, welche durch je zwei Längscommissuren verbunden waren.

5) Das Herz (Rückengefäss) erstreckte sich mit Flügelmuskeln und Kammern durch das Abdomen, während seine Thoracalpartie eine schlauchförmige „aorta“ bildete.

6) Die Tracheen waren unmittelbar unter der Epidermis mit einem Verschlussapparate versehen und liefen von den Stigmen aus direct zu den Organen in der Körperhöhle, während eine geringe Communication der einzelnen Querstämme durch ein Paar Längsstämme hergestellt wurde. Stigmenlos waren Kopf und Prothorax. Die zwei Thoracalstigmen besassen einen anderen Bau als die Abdominalstigmen, deren 9 [vielleicht 11] vorhanden waren.

7) Ein Fettkörper füllte einen Theil der Leibeshöhle aus; in den Zwischenräumen desselben circulirte Blut.

8) Das Protentomon war gonochoristisch. Die Genitalien bestanden aus paarigen Keim- und Anfangsdrüsen und einem unpaaren Ausführgang. Das atrium genitale lag zwischen dem 8. und 9. Ventralringe des Abdomens.

9) Primäre sexuelle Charactere existirten in Gestalt eines

chitinisirten Penis beim Männchen und einer chitinisirten Scheide beim Weibchen; secundäre fehlten wahrscheinlich durchaus.

An diese Zusammenstellung der wichtigsten Merkmale, welche das Protentomon auszeichnen, wird sich jetzt der Nachweis für die Richtigkeit derselben zu schliessen haben.[1]) Ich beginne ausser der Reihe mit dem einzigen Punkte von principieller Bedeutung, mit der Frage nach dem Zustande der Athmungsorgane bei dem Protentomon (Nr. 6). Indem ich behaupte, Tracheen und Stigmen seien bereits bei dem Stamminsekte vorhanden gewesen, setze ich mich in schroffen Gegensatz zu den Ausführungen Gegenbaur's und Packard's, und muss daher meinen Standpunkt eingehend zu rechtfertigen suchen.

Da, wie bekannt, weitaus die meisten Insekten Tracheen und Stigmen besitzen, so sind von vorneherein, um das Fehlen derselben bei dem verschwindend kleinen Reste zu erklären, zwei Möglichkeiten gegeben: entweder ist die Form der Athmungsorgane, wie sie uns die Tracheenlosen vorführen, die ursprüngliche und hat durch Differencirung die fast allgemein verbreitete Anordnung hervorgerufen — oder aber, sie ist durch Verkümmerung aus dem Zustande, welchen die grosse Mehrzahl darbietet, ableitbar. Für den ersteren Weg hat sich Packard (und mit ihm Lubbock) erklärt und lässt daher aus diesen und anderen Gründen die Thysanura als die dem Protentomon nächste Klasse gelten. Zu seiner Vertheidigung zieht Packard das Verhalten des Athmungsapparates bei den Insektenlarven herbei und beruft sich zugleich auf Gegenbaur, welcher in der II. Auflage[2]) seiner „Grundzüge der vergleichenden Anatomie" eine förmliche Theorie dieser Erscheinung liefert. Dieser ist der Ansicht, die Tracheen dienten analog der Schwimmblase der Fische ursprünglich hydrostatischen Zwecken, während die Respiration an der Körperoberfläche geschah. Die Kiemen waren zunächst indifferente, vielleicht als Gliedmaassen auftretende Anhänge und bei der Athmung nicht mehr betheiligt, als auch die übrige Haut; später erst verbreiteten sich von den beiden Längsstämmen aus auch in sie hinein die Tracheen. Die Bildung der Stigmen — das dritte oder auch vierte Stadium — resultirte aus der Anpassung an ein neues

[1]) Für die mit einer [ ] versehenen unerheblichen Punkte ergibt er sich später im Laufe der Untersuchung von selbst.

[2]) Auch in dem „Grundriss der vergl. Anatomie" von 1874 wird „das geschlossene Tracheensystem als Vorläufer des offenen" betrachtet (p. 313), wobei ausdrücklich auf das genannte Werk recurrirt wird.

Medium, die Luft, indem „unter Aenderung der Lebensverhältnisse... ein Verlust der zu Kiemen umgewandelten Anhänge mit dem ersten Häutungsprocess stattzufinden haben wird, so dass an der Austrittsstelle des zum Kiemenblättchen gelangenden Tracheenastes eine Oeffnung, das Stigma, sich vorfindet“ (p. 441). Als Beweis führt Gegenbaur an, wie „die Larven der Käfer, Schmetterlinge, Hymenopteren und die mit einem Kopfe versehenen Larven der Dipteren am Meso- und Metathorax, also an jenen Metameren, an denen später Anhangsgebilde entstehen, keine Stigmata besitzen“ und somit „die Flügel Gebilde sind, welche an der Stelle von Tracheenkiemen entstehen“ (p. 442).[1] Dann können auch die Stigmen als „Narben von abgefallenen Gliedmaassen“ gedeutet werden.

Indessen dieser Beweis, auf den Gegenbaur eingestandenermaassen grosses Gewicht legt, ist neuerdings von W. Rolph[2]) und schon vor sehr langer Zeit von V. Audouin[3]), E. Perris[4]) und E. Grube[5]) widerlegt worden. Ersterer gibt an, dass am Mesothorax Stigmen auftreten bei nicht weniger als zwölf, darunter mehreren im Wasser lebenden, Larven von Käfern (denen ich eine 13., die von Ergates, hinzufüge). Perris sagt das Nämliche mit Bezug auf Strangalia und Audouin weist schon 1839 unter Anführung von Polistes und Odynerus ausdrücklich auf die Unhaltbarkeit der Erklärung der Flügel aus den Tracheenkiemen hin. Auch Grube gibt bei Vespa crabro und vulgaris zehn Stigmen an. Bei genaueren Nachforschungen wird sich zweifellos die Zahl der mit Mesothoracalstigmen versehenen Larven als viel grösser herausstellen. Aber auch ganz abgesehen hiervon leidet die Aufstellung Gegenbaur's an erheblichen Mängeln. Während wir die Schwimmblase der Fische als eine Ausbuchtung aus dem Darme entstehen

---

[1]) Als Curiosum erzählt Gerstäcker (Zeitschr. wiss. Zool. 1874 p. 238 adn.), wie Plateau (Stettiner entomol. Zeitg. XXXII 33 ff.) die Flügel sogar als „des stigmates profondement modifiés“ ansehe. „L'aile est un stigmate hypertrophié“! Derselbe Plateau behauptet sogar, bei den Imagines fehlen an Meso- und Metathorax die Stigmen.

[2]) Beitrag zur Kenntniss einiger Insektenlarven. Troschel's Archiv 1874. XL 1 p. 1—40.

[3]) Sur les Odynères. Ann. Sc. nat. Zool. 1839 I p. 109.

[4]) Observations sur quelques larves xylophages. Annal. Sc. nat. Zool. 1840 II p. 81—96.

[5]) Fehlt den Wespen- und Hornissenlarven ein After oder nicht? Müller's Archiv 1849 p. 47—74. Tab. I.

lassen, schweben die hydrostatischen Tracheenlängsstämme genetisch ganz in der Luft, da ihr Auftreten mitten im Fettkörper so ohne Weiteres sich schwer begreifen lässt. Grob-mechanisch und darum zu verwerfen ist ferner die Narbentheorie. Der Uebergang vom Aufenthalt im Wasser zu dem in der Luft würde von den Insekten phylogenetisch jedenfalls nicht anders, als von den Vertebraten, also gradweise bewerkstelligt worden sein, so dass zuerst amphibiote Formen aufgetreten wären; hieraus wäre dann ein allmähliches Schwinden, nicht ein plötzlicher Verlust der Kiemen hervorgegangen. Bei der ontogenetischen Wiederholung müsste aber dann dem Abwerfen der Larvenhaut ein Obliteriren der zu den Kiemen führenden Tracheenäste vorhergehen, so dass an ein Stigma nicht zu denken wäre.

Etwas anders fasst Packard [1]) die Sache auf. Er nimmt auch die Hautathmung an, adoptirt die hydrostatischen Tracheen, lässt aber darauf bei dem grösseren Bedürfnisse nach Luft eine Verbindung der Tracheen mit der Körperoberfläche „by a minute branch on each side of the body with some minute pore... trough the skin“ geschehen, „which finally became specialized into a stigma or breathing pore“ (p. 172). Ein weiteres Eingehen auf seine Theorie, welche sich im Uebrigen an diejenige Gegenbaur's anlehnt, scheint nicht geboten zu sein. Sehen wir lieber zu, ob sich nicht Besseres ausfindig machen lässt, und befragen wir zu dem Behufe die ontogenetischen Arbeiten. Kovalevsky [2]) hat am Hydrophilus gezeigt, dass der Embryo bereits sehr früh mit deutlichen Anlagen zu 7 [3]) Paar Abdominalstigmen versehen ist, während bei der Larve nur eins am Hinterleibsende persistirt und functionirt. Da nun der Embryo als solcher von seinen Stigmen keinen Gebrauch machen und sie demnach nicht durch Anpassung erworben haben kann, ganz im Gegentheil sie im Verlaufe der Ontogenese bis auf eins wieder einbüsst, so zeigt dies Verhalten auf das Deutlichste, wie die Stigmen zu den ältesten Einrichtungen des Insektenkörpers gehören. Weil wir aber in der Imago dieselben Stigmen

[1]) The ancestry of insects. Chapter XIII of „Our Common Insects“ by A. S. Packard jun. Salem Mass. 1873.

[2]) Embryologische Studien von Würmern und Arthropoden. Mém. de l'acad. d. St. Pétersbourg XVI 1871 Nr. 12. Hydrophilus p. 31—44. Apis p. 44—52.

[3]) Auf Taf. VIII Fig. 10 befinden sich nicht 7, sondern 9 Stigmata angegeben; die folgende Abbildung zeigt sogar 11, von denen die beiden ersten dem Meso- und Methathorax angehören!

wiederum antreffen, so ist der Zustand des Tracheensystems in der Larve ein secundärer und nur durch Anpassung an das Leben im Wasser entstanden. Bei Apis [1]) finden sich an fast allen Metameren Stigmenanlagen (und zwar das erste auf der Höhe des 2. Rumpfsegmentes; das 12. und 13. Segment sind davon frei). Im Uebrigen sprechen die Sätze: „Schon ein Keimstreif ohne jeden deutlichen Segmentanhang... zeigt die Stigmata in der Zahl von 10 Paaren, der definitiven Zahl“ (p. 536) und: „Ebenso wie ich nicht zweifle, dass diese 10 Paar Stigmata gleichzeitig oder doch in unwesentlichen Zeitdifferenzen angelegt werden, ebenso glaube ich auch, dass sich die Anlagen der Segmentanhänge an sämmtlichen Segmenten fast gleichzeitig bilden“ (p. 537) für ein sehr frühes und gleichmässiges Auftreten der Stigmen. Wir dürfen es also als erwiesen betrachten, dass die Stigmen bereits bei sehr alten Formen vorhanden waren und ontogenetisch selbst da vorkommen, wo sie nicht direct zur Verwendung gelangen. [2]) Ferner geht die Bildung der Tracheen im

---

[1]) Zur Entwicklungsgeschichte der Biene von O. Bütschli. Zeitschr. wiss. Zool. XX p. 519—564. Ich folge hier der Darstellung Bütschli's, welche sich durch Genauigkeit auszeichnet, was von der Arbeit Kovalevsky's, wenigstens mit Bezug auf den Text derselben, nicht behauptet werden kann. Die übrigen embryologischen Abhandlungen berücksichtigen die Entstehung der einzelnen Organe nicht, mit Ausnahme der Weismann'schen Untersuchungen an Musca und Chironomus. Bei den Dipteren liegen aber, wie ich weiter unten zeigen werde, die Verhältnisse durchaus anders, auch fehlt jegliche Andeutung von Stigmen am Embryo, so dass ich hier nicht darauf einzugehen brauche.

[2]) Hierhin sind denn auch ohne Zweifel alle die Fälle zn rechnen, in denen man bei Larven Stigmen vorfindet, welche mit den Tracheenlängsstämmen entweder gar nicht oder durch einen hohlen Schlauch, der aber mit dem Lumen der Tracheen nicht communicirt, in Verbindung stehen. So sieht man bei den Raupen der Lepidopteren mehr oder weniger deutlich an den Stellen des Meso- und Metathorax, an denen der Lage nach ein Stigma zu erwarten ist, eine wie ein solches geformte und nach innen ragende Chitinlamelle; ähnlich verhält es sich mit den Larven vieler Käfer, so dass man hieraus den Schluss ziehen darf, dass am Embryo bereits Stigmen vorhanden waren, welche sich später (ähnlich wie bei Hydrophilus) schlossen und erst während der Verpuppung für ihre Function umgestaltet werden. Die genauere Kenntniss dieser Verhältnisse hat für die Phylogenie sicher bedeutenden Werth, da sie uns ein Mittel an die Hand gibt, den Grad der Anpassung, welche die Larven erlitten, zu bestimmen.

Wollte man trotz dieser Angaben hartnäckig an den Längsstämmen als Vorläufern der offenen Tracheen festhalten, so würde man bei Hydrophilus und Apis, wie überhaupt in allen ähnlichen Fällen einen völligen Ausfall jenes ersten Stadiums in der Ontogenese annehmen müssen; um aber eine so

Embryo von Apis und Hydrophilus von den Stigmenanlagen aus, indem diese Hauteinstülpungen tiefer werden, sich zu Röhren ausziehen, sich verzweigen und auch miteinander verschmelzen, so dass die Längsstämme entstehen. Die Einzelheiten, namentlich das ontogenetisch frühe Erscheinen der so wichtigen und charakteristischen Längsstämme, werde ich später berücksichtigen und will jetzt nur vorgreifend bemerken, dass die Tracheen mit der grössten Wahrscheinlichkeit als Homologa der Segmentalorgane der Anneliden zu betrachten sind. Ist dies richtig, so ist eine morphologische (organologische) Basis für sie gefunden, wie sie die Gegenbaur'sche Theorie vermissen liess; aber auch wenn das nicht der Fall sein sollte, ist doch das offene Tracheensystem mit möglichst viel Stigmen als der Vorläufer des halb offenen (Hydrophilus- und viele andere Larven) anzusehen. Das geschlossene aber in seinen zahlreichen Modificationen ist aus der Anpassung der Larven an das Leben im Wasser hervorgegangen und phylogenetisch eine sehr junge Erwerbung. Das gänzliche Fehlen der Tracheen, wie es vielleicht bei einigen Insekten statthat, erklärt sich dann leicht aus einer Rückbildung, welcher dann auch noch andere Organe unterworfen worden sind, zumal bei dem kleinen, schmächtigen Körper eine Hautathmung leicht den Bedürfnissen des Thieres zu genügen vermag. (Vergl. weiter unten die Hymenoptera.) Von Interesse wird übrigens sein, was Fritz Müller, der schon so viel auf dem Gebiete der Phylogenie geleistet, über Flügel- und indirect auch Stigmen-Bildung der Insekten beibringt. In seiner neuesten Arbeit [1]) liefert er eine genaue Darstellung der anatomischen Verhältnisse von Calotermeslarven in verschiedenen Stadien. Die jüngsten Larven tragen an den Thoracalsegmenten flügelförmige Fortsätze, welche die Gestalt des Körpers verbreitern; diese sind nicht durch Anpassung erworben, da sie für die in engen Holzgängen lebenden Thierchen nur unbequem sein können, und sind somit „von Vorfahren ererbt, die unter andern äusseren Verhältnissen lebten“ (p. 243). Später nun bilden sich während mehrerer Häutungen die Fortsätze des Prothorax zurück,

---

unwahrscheinliche Behauptung zu rechtfertigen, müssen wirklich zwingende Gründe vorhanden sein, an denen es eben durchaus mangelt. Von einer absoluten Gewissheit wird bei phylogenetischen Untersuchungen wohl nie die Rede sein können, wohl aber wird man, so lange eine einfache Erklärung ausreicht, keine complicirte heranziehen dürfen.

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Termiten. Jenaische Zeitschr. IX. p. 241—264. Tab. X—XIII.

die des Meso- und Metathorax hingegen werden zu Flügelansätzen. In diese wachsen auch schon sehr früh Tracheen hinein, welche den späteren Flügelrippen entsprechen. Aus diesen seinen Beobachtungen zieht nun Fritz Müller den Schluss: „1) Die Flügel der Insekten sind nicht aus „Tracheenkiemen" entstanden. Die flügelförmigen Fortsätze der jüngsten Larven sind gerade die einzigen Theile, denen Luftröhren gänzlich fehlen ... 2) Die Flügel der Insekten sind entstanden aus seitlichen Fortsätzen der Rückenplatten der betreffenden Seitenringe" (p. 253).

Die übrigen Behauptungen in Nr. 6 verstehen sich, wie es scheinen möchte, nun von selbst. Haben wir nachgewiesen, dass das vollkommene Tracheensystem das ursprünglichere war, so müssen wir auch eine Reihe kleinerer Angaben in den Kauf nehmen, welche uns die jetzt lebenden Imagines in Bezug auf das Protentomon vorführen. So wird die Verschiedenheit der Thorax- und Abdominalstigmen — letztere sind meist rund, erstere meist zweilippig — durch die differente Ausbildung der betreffenden Segmente nothwendig und findet daher ihren vollgültigen Beweis unter Nr. 1; ebenso verhält es sich mit der Angabe über die Zahl der Hinterleibsstigmen.

Dass der Kopf stigmenlos war, dürfte wohl Niemand bestreiten, aber schon der Prothorax kann zu Differenzen Veranlassung geben, wie denn auch das Thema von der Anzahl der Thoracalstigmen überhaupt vielfältig und stets in anderer Weise und mit anderem Resultate behandelt worden ist. Lägen diese innerhalb der Segmente, wie die Abdominalstigmen es thun, so würde natürlich die Frage, ob dem Prothorax ein eigenes Stigma angehöre, gar nicht aufgeworfen worden sein; die Zweideutigkeit wird eben dadurch veranlasst, dass sich das erste und zweite Stigmenpaar in der weichen Verbindungshaut zwischen dem Pro- und Mesothorax resp. dem Meso- und Metathorax befinden. Dazu kommt noch, dass das 3. Paar, zum Theil erst in neuerer Zeit durch Schiödte's Untersuchungen aufgefunden, meist an einer wahrhaft kritischen Stelle auftritt, nämlich da, wo das Metanotum sich mehr oder weniger deutlich von dem Rückentheile des Abdomens abgrenzt und das erste Tergit in der Imago meist nur rudimentär als das sogenannte segment médiaire Latreille's vorkommt. Um daher eine sichere Entscheidung treffen zu können, muss man, da auch das Protentomon schon einen vom Hinterleib abgesetzten Thorax mit Beinen und Flügeln besass, auf frühere Entwickelungsstufen zurückgehen, in denen die Körpersegmente

noch nicht heteronom geworden sind. Hier ersieht man nun aus den Zeichnungen Bütschli's und Kovalevsky's, wie die Thoraxstigmen allerdings ursprünglich mitten in den Segmenten liegen und erst im weiteren Verlaufe der Ontogenese eine Verschiebung erleiden. Nun ist durchaus kein Grund für die Annahme vorhanden, diese Lageveränderung sei nicht bei allen Insekten in dem gleichen Sinne erfolgt, vielmehr ist, weil schon das Protentomon die fraglichen Stigmen nicht mehr auf der Höhe der Segmente tragen konnte, die bei diesem eingetretene Verschiebung für alle seine Nachkommen maassgebend gewesen. Es sagt aber Bütschli [1]) mit Rücksicht auf die Biene ausdrücklich: „Die erste Stigmentasche entsteht auf der Höhe des 2. Rumpfsegmentes," also ist, wie Larve und Imago von Apis beweisen, das betreffende Stigma nach vorne gerückt. Dieser Vorgang gilt demnach für alle Insekten ohne Ausnahme, so dass das erste Stigma in Wirklichkeit dem Mesothorax zugehört. In dieser rein morphologischen Auffassung darf man sich durch physiologische Gründe nicht irre machen lassen. Wenn also Schiödte zeigt, dass bei den Hymenoptera eben so wohl wie bei den Coleoptera und den Hemiptera das dritte Stigma den Metathorax versorgt und in seiner Grösse und der Mächtigkeit der von ihm ausgehenden Tracheen mit dem Grade der Entwicklung der Hinterflügel correspondirt, so ist hieraus noch keineswegs zu schliessen, dass nun auch dieses Stigma wirklich zum Metathorax zu rechnen sei. Man müsste ja sonst auch das erste Stigma, weil es Kopf und Prothorax gleichzeitig versorgt, diesen beiden Abtheilungen gemeinschaftlich sein lassen und ebenso das letzte Abdominalstigma als eine Summe mehrerer, allmählich eingegangener Stigmen betrachten. Ein eigenthümliches Argument führt Gerstäcker [2]) neuerdings wieder vor. Er gibt an, bei Nemura seien die drei Thoraxstigmen „in ganz normaler Weise, wie es bei den Insekten die allgemeine Regel ist" vorhanden, und meint ferner, das metathoracale, gewöhnlich als erstes abdominales bezeichnet, finde sich „bei allen Hymenopteris apocritis, bei welchen der erste Hinterleibsring mit dem Brustkasten verschmilzt, sogar am Thorax selbst vor." Offenbar beweist dies Vorkommen von drei Stigmenpaaren in vier Segmenten gewiss nicht, was Gerstäcker will, sondern eher das

---

[1]) l. c., p. 588.

[2]) Ueber das Vorkommen von Tracheenkiemen bei ausgebildeten Insekten. Zeitschr. wiss. Zool. 1874. p. 204 ff.

Gegentheil; denn falls das 3. Stigma nur in einem solch abnormen Falle der Thoraxbildung am Brustkasten vorkommt, so gehört es von Hause aus nicht zu diesem, sondern zum Abdomen.

Ein Tracheenverschlussapparat existirt bei allen Insekten, welche darauf untersucht worden sind [1]), darf also wohl als allgemein vorkommend oder als schon bei Protentomon vorhanden angesehen werden.

Was die Gliederung des Körpers in der unter Nr. 1 angegebenen Weise betrifft, so ist kein Grund vorhanden, sie dem Protentomon abzusprechen. [2]) Sie kommt allen normalen Insekten, d. h. solchen, die nicht nachweisbar abgeändert oder sogar rückgebildet sind, ohne Ausnahme zu. Wie aber die Ontogenie in einer ganzen Reihe von Fällen nachweist, ist der Kopf aus der

---

[1]) Dies hat Fritz Müller bei seinen Termeslarven offenbar nicht gethan, wenigstens erwähnt er eines solchen Apparates durchaus nicht. Und doch scheint er auch hier nicht zu fehlen. Müller zeichnet nämlich eine von ihm „S-förmiges Rohr“ genannte Ausbuchtung gleich am Anfange des Tracheenstammes, welche „am Hinterleibe nirgends zu fehlen, an den beiden Paaren der Brust nirgends vorzukommen scheint, so wenig wie bei Calotermes“ (l. c. p. 259). Abbildung und Beschreibung, so wie die Angabe, dass dieses „S-förmige blinde Rohr fast gar nicht weiter wächst“, passen vortrefflich auf einen Verschlusskegel, wie er z. B. an den Abdominalstigmen der Hemiptera vorkommt, so dass man, auch ohne diese Larven untersucht zu haben, mit ziemlicher Gewissheit einen an das blinde Rohr sich inserirenden Verschlussmuskel hinzufügen darf. Fritz Müller meint nun: „dasselbe ist ein aus entlegener Vorzeit vererbtes, den heutigen Termiten fast oder völlig nutzloses Gebilde“, und hofft bei Erforschung der embryonalen Entwicklung würde es vielleicht „ein Streiflicht auf den Ursprung der Luftröhren der Insekten werfen“. Wenngleich nun auch das Blindrohr in früheren Perioden der Phylogenese eine andere Bedeutung für das Thier gehabt haben kann, so ist dies mit Rücksicht auf die Function, welche es gegenwärtig wahrscheinlich erfüllt, doch nicht eher anzunehmen, als bis die Nutzlosigkeit für Larve und Imago wirklich nachgewiesen worden ist.

[2]) Beiläufig erwähne ich, dass Packard in einem Artikel: Observations on the development and position of the Hymenoptera (Annals and Magaz. nat. hist. XVIII 1866. p. 82—99) den Kopf aus sieben Ringen bestehen lässt. Und warum? „As in the thorax there are three rings bearing three pairs of appendages or legs, it follows that in the head, where there are seven pairs of appendages, there must be seven rings“ (p. 92). Zu den sieben Paar Anhängen rechnet er ausser den drei Paar Kauwerkzeugen noch die Augen und zwei Paar Ocellen, indem er das unpaare ocellum als ein aus zweien verschmolzenes ansieht. Weshalb aber die Augen mit aller Gewalt den Füssen und nicht den Flügeln homodynam sein sollen, ist nicht einzusehen; eben so wenig lässt sich begreifen, warum nicht für den Thorax fünf Ringe postulirt werden.

Verschmelzung von vier Segmenten entstanden, deren jedes ein Paar Anhänge trug.[1]) Die Antennen möchte man ihrer Form und Gliederung zufolge als ventrale Extremitäten ansehen, wenn nicht die Entwicklungsgeschichte ihnen einen anderen, seitlichen, Ursprung anwiese. Ohnehin entscheidet auch die Innervation vom oberen Schlundganglion aus ganz positiv gegen die Auffassung derselben als ventraler Anhänge. Die Kiefer sind natürlich auf Grund der ontogenetischen Nachweise als modificirte Beine zu betrachten, wie denn auch namentlich das zweite Maxillenpaar bei seinem ersten Auftreten grössere Aehnlichkeit mit den Locomotions- als mit den Kauwerkzeugen verräth. So sind z. B. bei Agrion und Calopteryx nach den Angaben von Alexander Brandt jr.[2]) die Füsse und das zweite Maxillenpaar gleich gerichtet und bilden mit den übrigen Kopfanhängen einen bedeutenden Winkel. Dies ist nach Packard[3]) auch bei Diplax geraume Zeit hindurch der Fall. Die Thoracalfüsse werden ferner nicht bestritten werden können; ontogenetisch treten sie meist früher auf, als die Mundwerkzeuge, doch will sich diese Thatsache, wie mir scheint, zur Zeit noch nicht phylogenetisch verwerthen lassen. Wirkliche Flügel haben auf dem Prothorax wohl nie bestanden; allenfalls spräche für ihr Vorkommen die Bildung der „Prothoracalhörner“ in der Entwicklung der Dipteren. Zwar lässt sich hier bestimmt nachweisen, dass diese „Hörner“ nachträglich erworben sind, doch könnte man dabei an Atavismus denken. Jedenfalls sind die Flügel nicht rein dorsal, also nicht homodynam den Antennen, sondern seitliche Ausstülpungen der Körperwandung. In wie weit die Trennung der einzelnen Metamere in die bekannten sechs Stücke schon das Protentomon berührte und wie sich die Anhänge dazu verhielten, lasse ich dahingestellt sein. Was das Abdomen angeht, so ist die höchste Zahl der bei den Imagines beobachteten freien Segmente 11. Die beiden letzten scheinen aber insofern doch nicht ganz homonom den übrigen gebildet zu sein, als sie höchst wahrscheinlich der Stigmen entbehrten. Mit Sicherheit

---

[1]) Vergl. unter Anderem die Darstellung Kovalevsky's über Hydrophilus, l. c., p. 35.

[2]) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Libellulida und Hemiptera mit besonderer Berücksichtigung der Embryonalhüllen derselben. Mém. Pétersb. 1869. Auch die Fig. 11 der Kovalevsky'schen Untersuchungen über Hydrophilus zeigt dies Verhalten an.

[3]) Embryological studies on Diplax, Perithemis and the Thysanurous genus Isotoma. (Memoirs of the Peabody academy of science I. 2. 1871.)

wird sich dieser Punkt erst entscheiden lassen, wenn genaue Untersuchungen über die Zahl der Abdominalstigmen bei Orthopteren u. s. w. vorliegen. Weil der Hinterleib des Protentomon anhanglos war (vergl.übrigens Nr. 9) so war eine Heteronomität desselben und des Thorax natürlich vorhanden, die dann unter anderm auch auf die Bildung und Lage der Stigmen Einfluss haben musste.

Punkt 2 bedarf kaum einer Erläuterung, indem das Gesagte sich auf die wirklich vollkommenen Imagines anwenden lässt. Die Gleichartigkeit der Flügel und das Fehlen von Schuppen und Haaren auf ihnen war ohne Zweifel der ursprüngliche Zustand. Die Beinpaare brauchen natürlich bei den Vorfahren des Protentomon nicht ungleich gewesen zu sein, zeigen aber bei allen Insekten grössere oder kleinere Differenzen unter sich, so dass auch das Stamminsekt davon nicht frei gewesen sein wird. Wie weit ich die echte Epidermis sich erstrecken lasse, ergibt sich zum Theile aus den folgenden Ausführungen; ich bemerke hier nur noch, dass ich auch die Vagina als eine Einstülpung der äusseren Körperwandung auffasse und ebenso die Tracheen mit Rücksicht auf die schon citirten Angaben der Embryologen von der Epidermis ableite.

Der Darm (Nr. 3) als das wichtigste der inneren Organe macht eine genauere Besprechung nöthig. Er ist im Laufe der Zeit bei den verschiedenen Insektengruppen in Correlation zu der Aenderung der Mundtheile bedeutend modificirt worden, doch zeigt der eigentliche Magen relativ grosse Constanz. Leider herrscht bei den Entomotomen durchaus keine Uebereinstimmung in Bezug auf Benennung und auf die Ansichten über die Function der einzelnen Darmabschnitte, so dass eine Verständigung auf Grund der Theorie gesucht werden muss. Die drei Theile, welche ich als typisch hinstelle, sind überall nachzuweisen und charakterisiren sich leicht durch den Mangel oder das Vorkommen der Chitinauskleidung. Wenn behauptet wird, auch dem Magen komme eine Cuticula zu, so ist nicht zu übersehen, dass noch nicht jegliches Oberhäutchen aus Chitin besteht. Mit dem Verdauungsgeschäft würde sich diese verhältnissmässig undurchlässige Schicht auch schlecht vertragen. Aehnlich argumentirt S. Basch [1]), dessen genaue auf Durch-

---

[1]) Untersuchungen über das chylopoëtische und uropoëtische System der Blatta orientalis. Wiener Sitzungsberichte XXXIII 1858. p. 234—260. Taf. I–V.

schnitte der Darmwandungen sich stützende Beobachtungen die soeben theoretisch entwickelte Ansicht lediglich bestätigen. Während er nämlich in der Speiseröhre und im Kaumagen als innerste Auskleidung eine Chitinschicht findet, welche sogar als „eine dünne zarte Röhre“ aus der Einstülpung des Kaumagens in den „Chylusmagen“ herausgezogen werden kann und somit eine „scharfe Grenze“ zwischen diesen beiden Theilen markirt (p. 238), und während er „die Structur der Darmabschnitte, die hinter dem Chylusmagen liegen“ als „der der vor demselben gelegenen ganz gleich“ bezeichnet (p. 251), beschreibt er im eigentlichen Magen ein Epithel, welches durch seine Beschaffenheit an dasjenige im Dünndarme der Säugethiere erinnert. Sonach ist „die Chitinmembran im ganzen Darm mit Ausnahme des Chylusmagens vorhanden“ (p. 258). Im Uebrigen sind weitaus die meisten in Betreff des Insektendarmes gemachten Angaben nur mit der grössten Vorsicht aufzunehmen, da bei den Sectionen gar zu leicht Kunstproducte mit unterlaufen. Wenn man bedenkt, dass manche Zeichnung, namentlich von den vielfach copirten Dufour'schen, nach dem Befunde einer einzigen Zergliederung — und diese geschah noch dazu meistentheils in Flüssigkeiten, welche die Gewebe mehr oder weniger alterirten — aufgenommen ist, wo dann zufällige Anschwellungen für zweite Mägen etc. erklärt werden können, so leuchtet das Gesagte ein. — Ein proventriculus mit stark chinitisirten Wandungen (Kauladen etc.) ist von Weismann [1]) bei Musca als Einstülpung der Speiseröhre erwiesen worden (p. 196); dass er dem Protentomon zukam, ist nicht wahrscheinlich. Der Enddarm beginnt morphologisch mit der Mündung der Malpighi'schen Gefässe. Bei den einfachen Formen des Tractus intestinalis bedarf dieser Satz keines Beweises; bei den gewundenen und complicirten ist er zwar auf Grund histologischer Forschungen noch zu führen, doch spricht ausser der Berechtigung, nach Analogie zu schliessen, auch die Entwickelungsgeschichte dafür. Bei Apis entstehen nämlich nach Bütschli [2]) die Malpighi'schen Gefässe „jederzeit zu zweien als Ausstülpungen der Decke der blindgeschlossenen Aftereinstülpung; von Beginn ihrer Entstehung an mit deutlichem Lumen“. Nach der Darstellung von

[1]) Die nachembryonale Entwicklung der Musciden nach Beobachtungen an Musca vomitoria und Sarcophaga carnaria. Zeitschr. wiss. Zool. 1864. p. 187—336.

[2]) l. c. p. 541.

Grube [1]) finden sich neben ihnen (bei Vespa) in kranzförmiger Anordnung „in Gestalt winziger birnförmiger Hervorragungen die noch sehr unscheinbaren Anfänge“ der für die Imago bestimmten Malpighi'schen Gefässe. In einem späteren Stadium sind alsdann jene vier merklich verkürzt, die anderen hingegen „zu kurzen Fädchen verlängert“. Hierbei ist der „früher kurze blasenförmige Darm“ in die Form eines Canales übergegangen, der aber noch kurz und gerade bleibt. Hiernach ist es kaum zweifelhaft, dass wirklich die Einstülpung sich allmählich verlängert und dabei in Windungen zusammenlegt. Aber auch von einem noch älteren Forscher ist diese Anschauung bereits mit voller Klarheit ausgesprochen worden. Bei Blatta nämlich findet Rathke [2]), die fraglichen Organe sprossen, „wenn das hintere Darmrohr eine .... geringe Länge hat, aus demselben in geringer Entfernung von dem Dotterschlauche [eigentlichen Magen] als mehrere einen Kranz darstellende Kegel hervor ... Gleichzeitig auch verlängert sich hinter ihnen das Darmrohr, dem sie ihre Entstehung verdanken (aus dem sie sich aussacken) ...“ Ebenso verhält es sich nach Rathke mit Gryllotalpa. [3]) Gegenüber diesen Zeugnissen dürfte die Ansicht Graber's [4]) wenig in's Gewicht fallen, welche in den Worten gipfelt: „sie sind im Allgemeinen nur Fortsetzungen des Darmperitoneums; die Zelllage so gut wie die Intima stehen mit den analogen Gebilden des Darmes in gar keiner Verbindung.“

Der phylogenetisch und ontogenetisch älteste Zustand der Excretionsorgane ist, wie aus dem Angeführten hervorgeht, natürlich der, dass die Enden derselben blind geschlossen frei in die Leibeshöhle hineinragen; erst später tritt eine Verwachsung derselben und Bildung von Schlingen und ähnlichen Eigenthümlichkeiten, wie sie namentlich die Käfer zeigen, auf. Dass die Anzahl der Paare bei Protentomon zwei betrug, ist so gut wie sicher. Sind nämlich auch bei manchen Imagines sehr viele Harngefässe vorhanden, so zeigt es sich doch in allen Fällen, in denen überhaupt Beobachtungen vorliegen, dass bei Embryonen oder Larven die ursprüngliche Anzahl der vasa Malpighii vier

---

[1]) L. c. p. 63 und 67.

[2]) Zur Entwicklungsgeschichte der Blatta germanica. Meckel's Archiv 1832. p. 377.

[3]) Zur Entwickelungsgeschichte der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris). Müller's Archiv 1844. p. 35.

[4]) Anatomisch-physiologische Studien über Phthirius inguinalis Leach. Zeitschr. wiss. Zool. 1872. p. 152 adn.

ausmacht. So bei den Hymenoptera nach dem Zeugnisse Grube's, Bütschli's und auch Uljanin's.[1]) Letzterer behauptet sogar ausdrücklich, die vier primären Schläuche zerfallen und schwinden; an ihrer Stelle entsteht sodann eine grosse Anzahl bleibender Gefässe als Auswüchse des vorderen Theiles der Darmwand zwischen Pylorus und Darm [also immer noch aus dem Darme, nicht aus dem Magen]. Ferner gibt Rathke[2]) bei Gryllotalpa, welche sich bekanntlich durch eine absonderliche Configuration der in Rede stehenden Gebilde auszeichnet, ganz positiv an: „. . . über seine Mitte hinaus sendet er [der Darm] einen sehr kurzen Seitenkanal ab, der in vier verschiedentlich lange Malpighi'sche Gefässe übergeht . . . Zu den vier Malpighi'schen Gefässen, die von der Larve aus dem Ei mitgebracht wurden, kommen immerfort neue hinzu . . ." Bei Blatta spricht er zwar von einem „Kranze" Malpighi'scher Gefässe, zeichnet aber wiederum nur vier hin. Endlich constatirt Fritz Müller[3]) mit Bezug auf Calotermes: „Die jüngste Larve besitzt vier Harngefässe; doch bald sieht man neben ihnen ein drittes Paar hervorsprossen . . ."

Im Anschlusse hieran gedenke ich noch der sogenannten Boutons charnus, welche ganz kürzlich von C. Chun[4]) von Neuem untersucht worden sind. Es stellt sich heraus, dass sie „nur eigenthümlich modificirte Partien des Mastdarmepithels repräsentiren", welche gewissermassen als Ersatz für das an den anderen Theilen des Rectums fehlende Epithel fungiren. Da sie grossen Gruppen der Imagines gänzlich fehlen, so sind sie meiner Ansicht nach als nachträglich erworbene Bildungen aufzufassen, welche das Protentomon noch nicht besass. In der Structur bieten sie grosse Aehnlichkeit mit den Darmkiemen der Libellulidenlarven, dürften aber doch nur dann als wirkliche Homologa derselben gelten, wenn die betreffenden Imagines von einer nur ihnen gemeinsamen Stammform herrührten. Ich komme weiter unten hierauf zurück.

Was die Speicheldrüsen betrifft, so ist die aufgestellte Be-

---

[1]) Postembryonale Entwicklung der Biene. Moskauer Gesellschaft für Naturerkenntniss etc. X 1. p. 17—32. Citat nach Hofmann und Schwalbe, Jahresbericht etc. I. p. 343 ff.

[2]) l. c. p. 35.

[3]) l. c. Jenaische Zeitschrift IX, p. 257.

[4]) Bau, Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen. Frankfurt 1875.

hauptung einstweilen aus dem vorhandenen Beobachtungsmateriale nicht strict zu beweisen. Es gründet sich eben unsere Kenntniss von dem speciellen Verhalten dieser Organe bei den Insektenklassen wiederum zumeist auf Léon Dufour's Abhandlungen. Nun aber öffnete Dufour bei seinen Sectionen das Kopfschild nicht (wie er auch die letzten Hinterleibsringe intact liess) und war so im Stande, eine Reihe von drüsigen Körpern als Speicheldrüsen aufzuführen, ohne ihren Zusammenhang mit der Mundhöhle überhaupt nachzuweisen. Nach ihm scheint sich kaum Jemand an die mühevolle Arbeit des Verfolgens von so feinen Kanälen inmitten des Kopfpanzers und der harten Kauwerkzeuge gewagt zu haben. Für die Heteroptera z. B. besteht auch heute noch die aus einem Lehrbuche in das andere ruhig übertragene Ansicht von der Dupli- oder auch Triplicität der glandulae salivales, während die grösste Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass nur Ein Paar vorhanden ist. [1]) Endlich ist Mund und After stets durch Einstülpung entstanden, so dass also Beginn und Ende des Darmes mit echter Epidermis ausgekleidet sind. Dies lehrt die Entwicklungsgeschichte in allen Fällen mit seltener Uebereinstimmung, so dass ausser dem schon angeführten Satze Bütschli's über Apis fernere Citate überflüssig sind. Bei manchen Insekten rücken freilich die vasa Malpighii so weit am Darme herauf, dass man auf den ersten Blick kaum an eine solche enorme Länge des eingestülpten Theiles glauben möchte. Indessen ist auch hier die Arbeit von Basch sowie die bereits erwähnte Stelle von Rathke über Blatta beweiskräftig genug; im Uebrigen werden weitere ontogenetische und anatomische Untersuchungen schon bald über diesen Punkt den gewünschten Aufschluss geben und ohne Zweifel in unserem Sinne ausfallen.

In Bezug auf das Nervensystem (Nr. 4) wird ein näherer Nachweis wohl überflüssig sein, da selbst bei denjenigen Imago-Formen, bei denen die Verschmelzung der Ganglien schon weit gediehen ist, doch meist noch die einzelnen Knoten zu erkennen sind. Aehnliches gilt in Betreff des Herzens (Nr. 5), dessen Schema nach den verhältnissmässig wenig genauen Angaben, welche bis jetzt darüber vorliegen, construirt worden ist. Mit der Ausbildung eines vom Abdomen wesentlich verschiedenen Thorax

---

[1]) Eingehender besprochen in meiner Monographie von Pyrrhocoris apterus. Archiv f. Anat. und Phys. von Du Bois-Reymond und Reichert. 1874. p. 313 ff. 1875. p. 321 ff.

hängt auch der Mangel der Flügelmuskeln und Klappen im Bereiche des letzteren zusammen.[1])

Punkt 7 und der Anfangtheil von Nr. 8 werden auch kaum eine Anfechtung erleiden. In dem Ausdrucke „paarige Keim- und Anhangsdrüsen" liegt weiter nichts, als dass unpaare Organe dieser Art durch Verschmelzung nachträglich entstanden sind. Wie gross aber die Anzahl dieser Paare war, darüber bin ich weder durch die anatomischen noch die ontogenetischen Angaben mit mir selbst ins Reine gekommen. Am wahrscheinlichsten ist auch hier für Protentomon je Ein Paar anzunehmen, doch darf man, wenn z. B. nach E. Bessels[2]) bei Schmetterlingsembryonen die Genitalanlagen zuerst einfach sind und später erst eine Viertheilung erfahren, dies nicht gleich auf das Protentomon übertragen. — Ueber die Lage des atrium genitale hat Lacaze-Duthiers im Anfang der fünfziger Jahre umfassende Untersuchungen angestellt, welche ihn zu dem Resultate führten, dass die Geschlechtsöffnung des Weibchens sich am Hinterrande des 8. Segmentes befinde und dass die armure génitale aus dem 9. Segmente gebildet werde. Die letztere Behauptung ist allerdings gegenwärtig nicht mehr haltbar, nachdem neuere Beobachtungen gezeigt haben, dass auch die rudimentären Bauchfüsse dabei eine grosse Rolle spielen. (Vgl. weiter unten bei den Hymenoptera.) Dagegen ist nach wie vor zu betonen, dass sich am Hinterleibe des Weibchens 8 sogenannte prägenitale Segmente vorfinden. Diese sind, wie auch schon Lacaze hervorhebt, vielfach nur noch auf dem Rücken deutlich zu erkennen, während ein oder mehrere Sternite eingehen, d. h. mehr oder weniger innig mit dem Metasternum verwachsen können.[3]) Selbst wenn nun auch die Annahme einer

---

[1]) Die neueste Arbeit, welche dieses Organ betrifft (über den propulsatorischen Apparat der Insekten von V. Graber im Arch. mikrosk. Anat. von Max Schultze 1873, p. 129—196, Tab. VIII—X) zeigt nur, wie vielgestaltig dasselbe sein kann, liefert aber, da auch in ihr mehrere Ordnungen (Neuroptera, Diptera, Hemiptera) nicht eingehend behandelt sind, kein klares Bild von dem, was nun eigentlich Typisches sich am Herzen vorfindet und wie dasselbe rein morphologisch betrachtet aufzufassen ist.

[2]) Studien über die Entwicklung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren. Zeitschr. wiss. Zool. 1867, p. 545—64.

[3]) Er sagt: „En général, l'avortement des sternites porte sur les premiers, et souvent il est causé par un développement plus ou moins grand des parties sternales des méso- et métathorax". (Ann Sc. nat. Zool. 1853 I, p. 231.) Wenn es dann weiter heisst: „Mais les sternites des autres parties de l'abdomen peuvent aussi avorter. Ainsi, les Hyménoptères et les Hémiptères

solchen Verschmelzung mitunter gezwungen erscheinen möchte, so ist sie doch immer noch weniger gewagt, als wenn man an eine Verlegung des atrium genitale vom 8. zum 7. Segmente denken wollte oder gar sich der Ansicht zuneigte, die ursprüngliche Lage sei am Hinterrande des 7. Ringes zu suchen und nur in Ausnahmefällen sei sie durch Einschiebung eines Segmentes weiter nach hinten gerückt. Dies glaubt aber, wenn ich ihn richtig verstanden habe, Gerstäcker; wenigstens heisst es in seiner neuesten Publication [1]: „Zwischen Perla und Nemura einerseits und Pteronarcys und Diamphipnoa andererseits existirt nur der — allerdings recht auffallende — Unterschied, dass während bei jenen [das atrium genitale] auf den Hinterrand des 7. (♀) resp. 8. (♂) Ventralringes fällt, [es] bei diesen beiden Gattungen — durch eine Einschiebung eines Segmentes an der Basis des Hinterleibes auf der Grenze zum Metathorax — auf den 8. resp. 9. verlegt ist.“ Bei Pteronarcys und Diamphipnoa gibt also Gerstäcker eine Verschmelzung des 1. Sternites zu, da sich bei Zählung „der frei abgesetzten Ventralplatten die Genitalplatte als die 7. ergeben würde“ (p. 247, Anm. 2). Dagegen hält er dies bei den nahestehenden Gattungen Perla und Nemura nicht für zulässig, weil „aus der Profilzeichnung zu ersehen, dass . . . hier nicht . . . im Anschluss an das Metanotum ein Dorsalhalbring vorhanden ist, welchem keine selbständige Ventralplatte entspricht“ (p. 246). Und doch beweist gerade diese Abbildung (Taf. XXIII, Fig. 8), dass ein solches erstes Tergit (das segment médiaire von Latreille) existirt, dessen Grenzen bei Behandlung des Chitins mit Chemicalien auch sicher hervortreten werden. In ähnlicher Weise sucht auch Meinert [2]) das anscheinende Fehlen zweier Abdominalsegmente bei dem Weibchen von Forficula dadurch zu erklären, dass er annimmt, „that the vagina has been placed behind the sixth instead of behind the eighth ventral shield.“ Man sieht aber ohne Mühe unmittelbar hinter dem Metanotum zwei deutlich getrennte Chitinlamellen, welche man unbedenklich als die ersten beiden Abdominaltergite auffassen darf, denen kein Sternit ent-

---

homoptères manquent toujours d'hogdosternite ou sternite prégénital“, so ist auch hierin nicht gesagt, dass das atrium nicht am Ende des 8. Segmentes liege.

[1]) Zeitschr. wiss. Zool. 1874, p. 244.

[2]) Ann. Mag. Nat. Hist. 1865 XV, p. 484. (Auszug aus dem dänischen Originale, welches mir nicht zu Gebote stand.)

spricht. So wird das scheinbar erste Sternit zum dritten, das sechste zum achten; gleichzeitig ist dann das letzte Segment, welches die Zange trägt, als 9. Tergit oder mit Rücksicht auf die zwei schon Westwood [1]) bekannten Querstreifen als Complex des 9., 10. und 11. Tergites sammt ihren Seitentheilen zu bezeichnen, während die postgenitalen Sternite gleichfalls alle vorhanden sind. Sonach ist auch hier kein zwingender Grund zur Annahme einer Verlegung der Genitalöffnung vorhanden, vielmehr fügen sich die scheinbaren Ausnahmen völlig dem Satze von Lacaze-Duthiers.

Was die Legescheide angeht, so möchte ich sie unter Nr. 9 und zwar bei den primären sexuellen Kennzeichen aufführen, dabei aber hervorheben, dass sie dem Protentomon nicht eigen gewesen ist. Waren sonstige geschlechtliche Differenzirungen vorhanden — secondary sexual characters — so beschränkten sie sich ohne Zweifel auf ein höchst bescheidenes Maass, da ja bei sehr vielen Insekten keine Spur von ihnen vorhanden zu sein scheint.

Mit Rücksicht auf diese so gut wie irgend möglich durch Gründe gestützte Charakteristik des Protentomon will ich nun einige allgemeine Sätze aufstellen, welche, ohne gerade viel Neues zu bieten, bei der Besprechung der einzelnen Insektengruppen von Nutzen sein werden. Ich bemerke ausdrücklich, dass sie nur die Imagines im Auge haben.

1) Insekten, welche im Wasser leben, sind von Formen abzuleiten, die noch die ursprüngliche Lebensweise auf dem Lande besassen. Je grösser die Modificationen sind, welche der veränderte Aufenthalt mit sich bringt, deste länger hat bereits die Einwirkung desselben gedauert und desto älter ist die Form, welche das Leben im Wasser begann.

2) Aehnliches gilt von Insekten, welche sich im Innern von pflanzlichen Stoffen aufhalten.

3) Parasiten sind von der Untersuchung zunächst ganz auszuschliessen und sind jedenfalls jünger, als ihre nächsten Verwandten, selbstredend auch jünger als ihre Wirthe.

4) Der Anpassung relativ am meisten unterworfen sind die Kauwerkzeuge und Locomotionsorgane.

a) Insekten mit saugenden oder stechenden Mundtheilen sind im Allgemeinen jünger, als die mit beissenden versehenen.

---

[1]) Classification of Insects 1839. I, p. 401.

b) Insekten mit ungleichen oder fehlenden Flügelpaaren sind jünger als ihre nächsten Verwandten mit undifferenzirten Flugwerkzeugen.
c) rudimentäre Beine weisen auf ein relativ geringes Alter hin.

5) Der Anpassung wenig unterworfen sind die Excretionsorgane, das Nervensystem und die Sinnesorgane.
a) Büschel-, quirl-, schlingenförmige vasa Malpighii sind nachträglich entstanden.
b) Die Contraction der Ganglienkette und die Verschmelzung der einzelnen Knoten verräth abgeleitete Formen.
c) Antennen von complicirtem Bau sind Zeichen eines geringen Alters.

6) Sehr constant ist gleichfalls die Gliederung des Rumpfes. Hier sind als spätere Modificationen hauptsächlich zu erwähnen
a) Die freie Beweglichkeit des Kopfes am Thorax und die stielförmige Insertion des Hinterleibes.
b) Die Verwachsung des Pro- und Mesothorax, sowie die Verkümmerung des ersteren zum sog. Halskragen (collare).
c) Die Verschmelzung und Abänderung namentlich der letzten Abdominalsegmente zu Gunsten des Genitalapparates.

7) Parthenogenese und verwandte Erscheinungen auf geschlechtlichem Gebiete beweisen zwar grosse Veränderungen in der Oekonomie des Einzelinsekts, berechtigen aber zu keinen weitreichenden phylogenetischen Schlüssen.

Eine Reihe weiterer Thesen gewinnen wir, sobald wir die Entwicklungsstadien in Betracht ziehen, welche wir bis jetzt absichtlich unberücksichtigt gelassen haben. Wir müssen aber hier um Vieles behutsamer vorgehen, da wir ja nicht wissen können, in wie weit die Larven wirklich frühere Phasen der Imago repräsentiren oder nur nachträglich erworbene Eigenschaften zur Geltung bringen.

Bekanntlich ist bei den Insekten das Wachsthum, sobald es ein gewisses Maass überschreitet, an Häutungen gebunden. Diese wollen wir, insofern genau genommen nichts als die Cuticula dabei abgeworfen wird, Wachsthumshäutungen nennen. Aber auch alle

Aenderungen, so weit sie das Ektoderm [1]) betreffen, hängen von solchen Häutungen ab, da sowohl neue Organe nicht eher in Wirksamkeit treten, als auch überflüssig gewordene erst bei einer solchen Gelegenheit entfernt werden. Nehmen wir nun an, das Protentomon sei larvenlos gewesen, d. h. es sei direct aus dem Ei ein Insekt hervorgegangen, welches alle früheren Zustände des Protentomon bereits als Embryo durchgemacht habe, so wird es sich während seiner völligen Ausbildung nur noch einer Anzahl Wachsthumshäutungen unterziehen. Erst dann, wenn in Folge der Anpassung, welche das junge Thier im Laufe seiner Grössenzunahme erleidet, eine spätere Generation in wesentlich veränderter Form das Ei verlässt, wird bei Gelegenheit einer Häutung auch ein Theil des Ektoderms sich ändern müssen. Wir können aber hier, wo diese Modificationen für unser Auge scheinbar sprungweise vor sich gehen, von einem Larvenzustande bereits dann reden, wenn das wachsende Insekt von dem erwachsenen in Bezug auf nur Ein Organ nach der positiven oder negativen Seite abweicht, d. h. entweder ein (später auftretendes) Organ entbehrt oder ein (provisorisches) Organ zu viel besitzt. [2]) In Bezug auf ihre Bedeutung für die Imagines ist nun jegliche Larve von zweierlei Natur: entweder — und dies ist verhältnissmässig selten — alterirt sie die Imago so wenig, dass keine neue Art entsteht, oder — was bei Weitem häufiger sein muss — sie wirkt so umgestaltend darauf ein, dass hierdurch eine neue Art geschaffen wird. Im letzteren Falle geht die Larve phylogenetisch der Imago voraus, ist also p r i m ä r, im ersteren s e c u n d ä r. Es

---

[1]) Die inneren Genitalien, so weit sie hierher gehören sollten, ausgenommen.

[2]) Nach der gebräuchlichen Definition muss die Larve, um ihren Namen zu verdienen, mindestens ein (provisorisches) Organ zu viel besitzen. Entsteht nämlich ein dem jungen Thiere fehlendes Organ a l l m ä h l i c h vor unsern Augen, so mangelt uns eine Unterscheidung zwischen anscheinend normaler Entwicklung und einem Larvenstadium, da sich nirgends eine scharfe Grenze ziehen lässt. Diese ist aber sofort gegeben, wenn zu irgend einer Zeit die Jugendform ein Organ zu viel besitzt, mag sie es nun auch noch so langsam einbüssen. Bei den Insekten bedingt hingegen die Cuticula die scheinbaren Sprünge und ermöglicht uns eine scharfe Auseinanderhaltung der Entwicklungsstadien. Sagt man sonst z. B., das junge Thier ist augenlos und erlangt seine Sehorgane allmählich, so heisst es hier: es erlangt sie bei der ersten Häutung und ist bis dahin als augenlose Larve anzusehen. Die abgeworfene Cuticula möchte ich jedenfalls nicht einem provisorischen Organe aequivalent sein lassen.

ergibt sich ohne Weiteres, dass ein und dieselbe Larve für eine Imago primär, für eine andere secundär sein kann und muss. [1]) Lassen wir nun im Laufe der Zeit das Protentomon verschiedene Larvenformen annehmen, so erlangen wir schon hierdurch neben der unveränderten Imago mit einer Reihe ausschliesslich secundärer Larven eine eben so grosse Reihe neuer Arten, die blos primäre Larven besitzen, und eine noch grössere Menge neuer Species, bei denen die Larven gemischter Natur sind. [2]) In aller Strenge brauchen nun die einzelnen Larven, welche eine Art besitzt, unter sich nur um je Ein Organ verschieden zu sein und zugleich sind die phylogenetisch ältesten auch die ontogenetisch frühsten. Da aber nach dem Müller'schen Satze Kürzungen in der Entwicklung auftreten, so werden nach und nach ganze Reihen von Larvenzuständen zusammen fallen und bei Gelegenheit Einer Häutung erledigt werden. So wird mit der Zeit ein immer

---

[1]) Die Begriffe secundär und primär stehen, wie ich hier nachträglich bemerke, in einem directen Zusammenhange mit den von Haeckel gewählten Bezeichnungen cenogenetisch und palingenetisch. Um ein Beispiel zu bringen, so sind die Flossen der Corethralarve cenogenetisch und sie selbst ist mit Bezug auf dieses Organ secundär. Dagegen sind die Kiemen der Pteronarcyslarve gegenwärtig palingenetisch, weil sie mittlerweile von den Imagines adoptirt worden sind; diejenigen Larven, welche sie cenogenetisch erwarben, waren in Bezug auf die damals kiemenlose Imago secundär, die jetzigen aber sind primär.

[2]) Alle diese neuen Arten werden die Genitalien des Protentomon entweder ganz unverändert oder doch nur gemäss der „correlation of growth" wenig modificirt besitzen, da sie ja aus der Anpassung von nicht geschlechtsreifen Individuen hervorgegangen sind. Zwar werden diese umbildungsfähiger sein, als die bereits ausgewachsenen, doch ändern sich auch diese durch den Kampf um's Dasein. Nur mischen sich die hierdurch hervorgerufenen Larvenzustände, als ontogenetische Wiederholungen des Protentomon den neu entstandenen Arten gegenüber secundär, mit den aus der Anpassung des jungen Insekts hervorgegangenen derart, dass einstweilen die Unterscheidung nur für die Theorie von Werth sein mag. Jedenfalls sollten hiernach die Genitalien sich constanter vererben, als die andern Organe. In einem gewissen Sinne ist aber der übrige Körper von den Aenderungen der Genitalien relativ unabhängig, da alle Anpassungen derselben sich in erster Linie auf die Erzielung einer möglichst zahlreichen, nicht einer irgendwie abgeänderten Nachkommenschaft richten werden. Demnach involvirt eine Modification dieser Organe bei Weitem weniger die Bildung einer neuen Art; mit andern Worten: nahe verwandte Arten können sehr verschieden gebildete Genitalien besitzen. Am meisten betrifft dieser Satz die eigentlichen Keimdrüsen, weniger schon die für gewisse Verhältnisse eigens nothwendig gewordenen Einrichtungen, wie z. B. das receptaculum seminis oder die Legescheide.

grösserer Theil des Ektoderms auf Ein Mal verändert und es kommt unter Umständen schliesslich dahin, dass das ganze Ektoderm abgeworfen wird und ein neues mit wesentlich andern Organen an seine Stelle tritt. Dies wird natürlich nur dann der Fall sein, wenn im Laufe der Phylogenese wirklich auch die ganze Körperoberfläche eine völlige Umgestaltung erlitten hat. Dies ist aber, wie sich bald zeigen soll, meist nur auf der Bauchseite eingetroffen, während der Rücken verhältnissmässig constant geblieben ist. Eine solche Mauserung als ontogenetische Summe einer grossen Reihe von Larven kann nun, wenn sich die Entwicklung noch mehr verkürzt, in die Periode des Eilebens fallen und den Embryo zu einer Abwerfung seines Ektoderms veranlassen.

Während sich diese Vorgänge aus der Anpassung des wachsenden Insekts ableiten lassen, sorgt die Anpassung, welche das Ei und in ihm der Embryo erleidet, für eine Verkürzung der Embryonalperiode. Im Allgemeinen nämlich muss eine solche vortheilhaft wirken, indem der Embryo nur passiv im Kampfe um's Dasein vorgehen kann, das ausgeschlüpfte Thier aber activ. Zwar kann sie, indessen nur auf Kosten der Grösse und Kraft des Embryo, durch Verminderung des Nahrungsdotters erzielt werden; gefahrloser hingegen wird sie durch eine Vermehrung desselben erreicht, weil diese ja eine Recapitulation der frühsten Stadien nach Möglichkeit verhindert. Das kann nun unter dem Einflusse dieser Lethe in Gestalt von Dotterkörnchen so weit gehen, dass der sich bildende Embryo gewissermaassen nichts Eiligeres zu thun hat, als sein ganzes, eben erst fertig gewordenes Ektoderm abzulegen. Solche enorme Kürzungen verwischen dann auch so ziemlich jede Spur von den Vorfahren des Protentomon. [1]) Anders gestaltet sich die Sache, wenn wir die Entwicklungsgeschichte von solchen Insekten studiren, deren Eier ohne Nahrungsdotter einen Embryo mit stärkerem Gedächtniss enthalten. Wir können dann a priori erwarten, Stadien in der Entwicklung anzutreffen, welche der erwähnten totalen Abwerfung des Ektoderms vorausgehen und uns über die Vorgeschichte des Insektenstammes deutliche Auskunft zu geben im Stande sind. Bis jetzt hat erst ein einziger Beobachter sich mit der Ontogenie solcher

[1]) Die Annahme, das Protentomon habe keine Larven besessen, geschah der Einfachheit wegen. Die Auseinandersetzung leidet aber auch bei dem Gegentheile durchaus nicht.

Arten beschäftigt, die ihm ein glücklicher Zufall in die Hände spielte, es aber unterlassen, die Consequenzen daraus zu ziehen [1]), wenngleich er den Werth seiner Arbeit viel richtiger würdigt, als es Andere gethan. Dass Salensky seine Anschauungen wesentlich nach dem Hydrophilus, dessen Ei eine enorme Menge Nahrungsdotter enthält, gemodelt hat, führte ich schon an; aber auch Bütschli (l. c., p. 519) ist sich über die wirkliche Bedeutung der Ganin'schen Entdeckungen nicht klar geworden, wenn er hervorhebt, dass die Ichneumoniden, eine Abtheilung also der Hymenoptera, „ihrer eigenthümlichen Lebensweise halber wenn auch sehr interessante Thatsachen boten, doch uns nicht denjenigen Entwicklungsgang darbieten konnten, der als ein regelmässiger, in jener Ordnung weit verbreiteter zu betrachten gewesen wäre“, und nun noch gar hinzufügt: „Die parasitische Lebensweise, gar schon die der Eier, ist stets mit mannigfachen Eigenthümlichkeiten und Absonderlichkeiten verknüpft.“ Es braucht wohl nicht erst betont zu werden, dass der Parasitismus der Imago auf die frühsten Stadien der embryologischen Entwicklung nur einen verschwindenden Einfluss ausüben wird, und dass derjenige des Eies, wenn und indem er den Nahrungsdotter überflüssig macht, gerade für die Erkenntniss der Ontogenie nur vortheilhaft sein kann. Wir müssen nun auf die Arbeit Ganin's näher eingehen. Am ausführlichsten beschreibt Ganin die Entwicklung bei Platygaster und reiht daran die der übrigen untersuchten Formen: Ophioneurus, Polynema und Teleas an. Das ist, wie sich gleich ausweisen wird, in mancher Beziehung zu bedauern, weil das erstgenannte Insekt noch nicht das einfachste Schema für die ganze Gruppe bietet. Das Ei von Platygaster zeigt während des Verlaufes der Embryonalperiode auf Kosten seiner Wirthe, nämlich gewisser Cecidomyidenlarven, eine enorme Grössenzunahme, indem das Volumen auf das 10—15fache wächst; im Einklang hiermit „fehlt der sogenannte Ernährungsdotter fast gänzlich“ (p. 383). Das erste beobachtete Stadium lässt — ich folge hier lediglich der Beschreibung, welche Ganin gibt — in dem ganz homogenen Protoplasma des Eies eine Zelle mit einem Kerne erkennen

---

[1]) M. Ganin, Beiträge zur Erkenntniss der Entwicklungsgeschichte der Insekten. Zeitschr. wiss. Zool. 1869, p. 381 -451, Tab. 30—33; p. 447: „Da die vergleichende Embryologie als Wissenschaft noch nicht existirt, so glaube ich, dass alle genetischen Theorien zu frühzeitig und ohne strenge, wissenschaftliche Begründung sind.“

(Taf. I. Fig. 5). Der genetische Zusammenhang dieser „Centralzelle“ mit dem Keimbläschen wird völlig geleugnet, indem das „durchsichtige, sehr kleine und fast ganz der Fetttropfen entbehrende Ei diese Frage ganz bestimmt zu entscheiden erlaubt.“ Neben dieser Centralzelle und vielleicht auch aus ihr durch Theilung bilden sich zwei peripherische Zellen; der Dotter fungirt als Intercellularsubstanz. „Indem die Centralzelle . . . den Ursprung der Embryonalanlage des Platygasterkörpers gibt, vermehren sich die beiden andern . . . Zellen auch und verwandeln sich in eine Embryonalhülle, die ihrer physiologischen Bedeutung zufolge als Amnionhülle zu bezeichnen ist“ (p. 387). Die Centralzelle vermehrt sich durch endogene Zellbildung, die peripherischen thun dies auf gewöhnliche Weise (Taf. I. Fig. 6); die Grenzen dieser Tochterzellen fliessen bald zusammen. Hingegen bilden die aus der Centralzelle hervorgegangenen Zellen eine äussere Schicht „Cylinderepithel“ und einen inneren Haufen rundlicher Zellen; erstere hat Aehnlichkeit mit dem „Blastoderm“ der andern Insekten, persistirt jedoch als solches nicht, sondern dient, nachdem ihre Zellen sich wiederum abgerundet haben, zum Aufbau des Embryo. Der bis jetzt in seinen allgemeinen Umrissen kugelförmige Zellhaufen wird darauf oblong und erhält an der späteren Bauchseite eine tiefe Einbuchtung (Taf. I. Fig. 8), welche jedoch nicht zur Mundöffnung wird, sondern nur die ventrale und dorsale Seite deutlich hervortreten lässt. Auch Kopf und Schwanz entwickeln sich jetzt verschieden; auf der Höhe des ersteren bildet sich durch eine Einstülpung der Mund, rückt aber allmählich auf die Bauchseite. Gleichzeitig vergrössern sich die inneren, von Anfang an rundlichen Zellen und gestalten sich zu den Wandungen des Magens. Nun treten auch die Metamere auf, während die Antimere bereits früher am Schwanzanhange angedeutet sind. Kurze Zeit darauf verlässt der Embryo das Ei und besitzt als „cyclopsähnliche Larve“ ein Kopfschild, d. h. ein sehr grosses Kopfsegment mit Krallenfüssen (welche durch Muskeln bewegt werden) und rudimentären Antennen, ferner 5 Abdominalsegmente (mit Längsmuskeln) und am letzten derselben einen Gabelschwanz, welcher während des Eilebens unter den Bauch geschlagen war. Die mit einer Cuticula versehene Epidermis stammt von dem „Cylinderepithel“ her, während „die im Innern des Embryonalkörpers übrig bleibenden Zellen, mit Ausnahme der grossen Centralzellen, welche in die zelligen Wände des Verdauungscanales sich metamorphosiren, sich zu cylindrischen Strängen an einander

reihen, die dann den Muskelanlagen des Larvenkörpers ihren Ursprung geben" (l. c., p. 392). Der Darm ist afterlos; seine Wandungen bestehen aus „grossen runden Zellen, welche mittels einer homogenen, dicken Intercellularsubstanz verbunden sind; es gibt [an ihm] bis jetzt weder Muskelschicht noch äussere und innere Cuticularschicht . . . von anderweitigen inneren Organen, wie man sie sonst bei den Insektenlarven findet, bemerkt man bei unserer Larve keine Spur" (p. 398).

So weit Ganin. Ich will nun eine Zurückführung seiner Beobachtungen auf ihren richtigen Werth versuchen, und zeigen, wie weit sie für die Theorie brauchbar erscheinen. Wenn man die Art und Weise, in welcher diese Untersuchungen gemacht wurden und auch nur gemacht werden konnten, berücksichtigt, wenn man also bedenkt, dass eine continuirliche Verfolgung der Entwicklung an dem unverletzten Eie unter dem Mikroskope nicht möglich war, vielmehr der genetische Zusammenhang der einzelnen wirklich beobachteten Stadien durch Vergleichung ererschlossen werden musste, so wird man nicht allzu ängstlich auf dem Wortlaut zu bestehen brauchen. So darf man also in der der „Centralzelle" und ihrem „Kerne" nichts weiter erblicken, als das Keimbläschen mit dem Keimflecke. Aehnlich denkt auch Metschnikoff [1]), welcher bereits früher die Entwicklung einer verwandten Art beobachtete und nun mit Rücksicht auf die Ganin'schen Behauptungen sagt: „Die ganze Sache findet darin ihre Erklärung, dass Ganin den Nucleus für die ganze „Centralzelle", den protoplasmatischen Eiinhalt für ein die Zelle umgebendes Protoplasma genommen hat." Es findet demnach eine Theilung des Keimbläschens und eine bereits sehr früh eintretende functionelle Differenzirung der entstandenen Kerne statt: eine Reihe derselben tritt an die Peripherie des Eies und bildet mit der äussersten Schicht Protoplasma die „Amnionhülle", an welcher man mit Reagentien auch ohne Zweifel die Grenzen der einzelnen Zellen hätte erkennen können, was Ganin, der sogenannte indifferente Flüssigkeiten verwendete, nicht zu Stande gebracht hat. Lässt man dieses Amnion einstweilen ausser Acht, so erblickt man in dem „Cylinderepithel", welches aus einem Theile der übrigen Kerne sammt dem zugehörigen Protoplasma hervorging, das Hautsinnesblatt, in den „rundlichen Zellen" dagegen die

[1]) Embryologie der doppelfüssigen Myriapoden. Zeitschrift wiss. Zool. 1874, p. 276.

Anlage des Mesoderms und des Entoderms. Es liegt nun sehr nahe, hier eine Bildung des letzteren durch Einstülpung, also eine reine Gastrula anzunehmen, welche Ganin nicht aufgefunden hat, und ferner der Theorie zu Liebe ein Stadium der Abtrennung des Mesoderms von den primären Keimblättern einzuschieben, so dass der Embryo, wie ihn die nach Ganin copirte[1]) Figur 7 darstellt, bereits diese drei Keimblätter in sich enthält. Man thut hiermit allerdings den Beobachtungen durchaus keinen Zwang an, indessen ist man, so lange nicht solche Stadien wirklich nachgewiesen werden, auf Grund des Vorkommens des Amnion überhaupt viel eher zu der Vermuthung berechtigt, auch hier trete in der Ontogenese keine Archigastrula mehr auf. Immerhin ist diese Larve eine höcht einfache Form, etwa dem Nauplius der Crustaceen vergleichbar, wie sie denn auch Ganin cyclopsähnlich nennt. Wenn daher die Anwesenheit des Amnion nicht störend wirkte, so wäre eine Zurückführung der bis jetzt besprochenen Entwicklungsvorgänge auf das Schema so ziemlich geglückt. Nun zeigt es sich aber, dass die Larven von Polynema noch viel primitiver sind. „Das allerfrüheste Entwicklungsstadium . . . ist ein sehr kleiner, unbeweglicher Embryo von sehr einfacher Form und ohne jede Spur von Organisation. Derselbe war, wenn ich ihn sah, immer schon aus dem Ei ausgetreten" (p. 418). Dieser „infusorienartige Embryo", richtiger diese Larve, ist völlig solide und besteht aus lauter gleichartigen Zellen, deren äusserste Lage sich durch Abscheidung einer Cuticula als Hautsinnesblatt kennzeichnet. Später erst bildet sich ein Kopffortsatz und provisorischer Schwanzanhang; der Mund entsteht durch Einstülpung, der Darm ist blind geschlossen und nimmt wieder aus den innern Zellen seinen Ursprung. Aehnlich ist die erste Larve von Ophioneurus gebaut (Taf. I. Fig. 10 und 11); nur entsteht hier Mund und After gleichzeitig und „ebenso gleichzeitig oder noch etwas früher" (p. 429) der Darm.[2]) Auch hier ist die Larve ungegliedert und ohne alle Anhänge. Leider ist die embryonale Entwicklung dieser interessanten Larven nicht beobachtet, so dass über die Bildung der Gastrula auch hier nur Vermuthungen gestattet sind. Höchst wichtig ist aber der Umstand, dass bei Ophioneurus und

[1]) Die Färbung der Keimblätter findet sich bei Ganin natürlich nicht vor, während im Uebrigen die Zeichnungen getreu nachgebildet sind.

[2]) Die Cuticula „geht sehr deutlich in die beiden Oeffnungen über und überzieht die Höhle des Oesophagus und Enddarmes" (p. 429).

wahrscheinlich auch bei Polynema kein Amnion auftritt. Was endlich die Larve von Teleas angeht, so besteht sie aus nur zwei Metameren: einem Kopfschilde mit Antennen und Krallenfüssen und dem Abdomen mit Schwanzstachel und einem Kranze von Borsten in der Mitte des Segmentes. Auch hier kennt Ganin die frühesten Stadien nicht aus eigner Anschauung, schliesst aber wegen der gleichartigen Metamorphose und der systematischen Stellung auf Aehnlichkeit jener mit denen von Platygaster. Nun hat Metschnikoff[1]) dieselbe Gattung untersucht und sagt darüber unter Anderem: „Das Ei enthält an den frühesten von mir gesehenen Entwicklungsstadien bereits eine entwickelte Keimhaut, welche eine centrale Höhle umgibt. Diese Höhle, welche an Stelle des fehlenden Nahrungsdotters liegt .... füllt sich mit Zellen, welche dem Keimstreife ihren Ursprung verdanken und später die Wandungen des Mitteldarmes liefern." Dagegen erklärt Ganin, die Existenz einer solchen Höhle sei für ihn „undenkbar"; auch bei Teleas entstehe der Darm aus den grossen inneren Zellen, die Ansicht Metschnikoff's aber gehöre zu denjenigen, welche „auf unmittelbare Beobachtungen nicht gegründet sind" (l. c., p. 432). Man gewahrt aber ohne Mühe, dass Metschnikoff eine Blastosphaera vor sich hatte, aus deren einer, später zum Bauche des Embryo werdenden Hälfte (dem Keimstreife) die Zellen des Darmes, also das Entoderm hervorgingen. Ganin hingegen hat dieses Stadium eben nicht gefunden, sondern nur die späteren, wo bereits das Mesoderm gebildet war. Demnach ist, wenn irgendwo, bei Teleas und Verwandten, die echte, durch Einstülpung entstehende Gastrula zu erwarten und wird durch einen vom Glücke begünstigten Beobachter auch aufgefunden werden.

Ich habe die ersten Vorgänge der Entwicklung bei den genannten Pteromalinen so eingehend besprochen, weil ich zeigen wollte, wie sich aus Untersuchungen, welche lange vor der Formulirung der Gastraeatheorie angestellt wurden und deshalb nach dieser Richtung hin vorurtheilsfrei und unparteiisch genannt werden dürfen, durch kritische Vergleichung der Angaben die Existenz einer der Gastrula noch sehr nahestehenden Form, vielleicht sogar noch der Archigastrula ohne Zwang darthun lassen und wie auch manche scheinbare Widersprüche auf solche Weise

[1]) Embryologische Studien an Insekten. Zeitschrift wiss. Zoologie 1866, p. 289—493. Simulia, Miastor, Corixa, Aphis, Aspidiotus, Coccus, Psylla, Gerris, Teleas. Citat auf S. 479 und 481.

gehoben werden. Bei der Besprechung der nun folgenden Stadien kann ich mich um so kürzer fassen. In sämmtlichen Larven wird auf durchaus identische Weise die Bildung der Beine und des Nervensystems dadurch eingeleitet, dass auf der Bauchseite des Embryo die oberste Zellschicht eine Wucherung und Trennung in mehrere übereinander befindliche Lagen erfährt, während auf dem Rücken die Epidermis einschichtig bleibt (Taf. I. Fig. 6). Vorher jedoch zieht sich bei Platygaster der Körper von der Cuticula zurück, wobei das letzte Segment und die furcula sammt ihrer Epidermis und den Muskeln ausser Zusammenhang mit der Larve gerathen und auch die Gliederung des Abdomens schwindet.[1]) Zugleich bildet sich durch Einstülpung der Enddarm, welcher aber gegen den Magen zu blind geschlossen ist und es auch noch lange Zeit hindurch bleibt; die Abdominalmuskeln gehen sämmtlich ein und der nun zweigliedrige Larvenkörper kommt dem von Teleas nahe. Während aber hier und bei Polynema eine echte Larvenhäutung erfolgt, löst sich bei Ophioneurus nur die Cuticula ab, so dass eine blosse Wachsthumshäutung vorliegt. Im Uebrigen tritt auch hier die Verdickung auf der Bauchseite in gleicher Weise auf und zugleich mit ihr bildet sich der blinde Enddarm, wo er nicht schon vorher existirte. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass diese Veränderungen vom Schwanze nach dem Kopfe zu fortschreiten. Die Differenzirung, welche die Zellwucherung erfährt, braucht indessen hier nicht näher betrachtet zu werden; es genüge die Angabe, dass sie während des gesammten Larvenlebens nicht eben weit führt. „Die ganze Nervenmasse besteht aus den früheren embryonalen Zellen des Keimstreifes. Und in diesem indifferenzirten Zustande bleibt das Nervensystem während des ganzen Larvenlebens von Platygaster“ (l. c., p. 406). Seine Ausbildung erhält es erst kurz vor der Verpuppung oder auch während derselben.

Anscheinend in schroffem Gegensatze zu der embryonalen Entwicklung der Pteromalinen steht nun diejenige der überwiegenden Mehrzahl der Insekten. Die genauesten und schon ihrer Methode (directe Beobachtung) nach plausibelsten Untersuchungen namentlich in Betreff der frühesten Phasen rühren von

[1]) Höchst wahrscheinlich haben wir es hier nicht mit echten Metameren zu thun, während allerdings die Trennung in Kopf und Abdomen nicht blos äusserlich zu sein scheint.

Weismann [1]) her und verlangen ebenfalls eine kurze Besprechung. Die ersten zur Beobachtung gelangten Vorgänge an den frischgelegten Eiern von Musca und Chironomus bestehen in einer Zusammenziehung des Eiinhaltes und in einer Scheidung desselben in zwei Schichten, eine oberflächliche und eine tiefe, welche als Keimhautblastem resp. Dotter bezeichnet werden. In dem durchaus homogenen und hellen Blastem treten ziemlich gleichzeitig an der ganzen Peripherie Kerne auf, deren erstes Hervorkommen und Wachsthum sich ohne Schwierigkeit genau beobachten lässt. Um sie herum gruppirt sich das Blastem in der Art, dass seine bis dahin glatte Oberfläche eben so viele halbkugelige Erhebungen zeigt, als Kerne vorhanden sind; gleichzeitig theilen sich diese primären Kerne und mit ihnen die Blastempartien ein und vielleicht auch mehrere Male, so dass, indem nun auch die Erhebungen sich wieder ebnen, schliesslich eine einschichtige Zelllage von normalem Bau den Dotter umgibt. Diese erhält den Namen Blastoderm. Weismann sagt nun: „mit dem Nachweis einer allmählichen Entstehung der Kerne im Blastem ist zugleich festgestellt, dass sie Neubildungen, dass sie nicht Abkömmlinge des Keimbläschens sind" (p. 206) und ferner: „wir werden sagen, dass die Zellen der Keimhaut bei den Insekten . . . durch freie Zellbildung entstanden sind" (p. 207). Bestätigt werden seine Beobachtungen darauf bald zum Theil von Kupffer [2]) und Metschnikoff und später ohne jeglichen Rückhalt von O. v. Grimm [3]) an Chironomus; doch gelingt es dem Letztern, bei jungen Eiern ein Keimbläschen und auch noch die erste vollendete Zweitheilung desselben zu sehen, während freilich die Kluft zwischen diesem Stadium und dem der Blastodermbildung unausgefüllt bleibt. Analog den Verhältnissen von Musca und Chironomus verläuft nach Leuckart der betreffende Vorgang bei Melophagus [4]), nach

---

[1]) Entwicklung der Dipteren im Ei. Zeitschr. wissenschaftl. Zool. 1863, p. 108—220.

[2]) Faltenblatt an den Embryonen der Gattung Chironomus. Arch. mikr. Anat. von Max Schultze II 1866, p. 385—398, Tab. XX.

[3]) Ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomus-Art und deren Entwicklung aus dem unbefruchteten Ei. Mém. St. Pétersbourg 1870.

[4]) Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen nach Beobachtungen an Melophagus ovinus. Abhandl. naturf. Gesellsch. Halle 1858, p. 145—226. Tab. I—III.

Ganin [1]) bei Formica- und Bombyx-Arten, nach Melnikow [2]) bei Donacia („Bildung der Keimkerne frei in der Peripherie des Dotters“, p. 140), nach Kovalevsky (l. c., p. 45) bei Apis, nach Balbiani bei Aphis. [3]) Dieser Ansicht entschieden gegenüber steht Metschnikoff. Nach ihm [4]) treten bei Miastor zuerst im Innern des Dotters zwei Kerne auf, deren genetischen Zusammenhang mit dem Keimbläschen er nicht beobachtet hat, sondern erschliesst; dann bilden sich durch fortgesetzte Theilung 12—15 Kerne, die sich jeder für sich mit Protoplasma umgeben, an die Peripherie des Dotters treten und so das Blastoderm darstellen. Dieser Entwicklungsmodus hat also die grösste Aehnlichkeit mit dem bereits geschilderten des Platygasterembryos. Aehnlich geht diese Bildung bei Aphis [5]) vor sich, während bei Aspidiotus wiederum der Ritus von Musca auftritt. Alle übrigen Insekten, deren Ontogenese beschrieben worden, sind mit Bezug auf diese ersten Stadien nicht untersucht, so dass demnach das der Kritik vorliegende Material dürftig genug ausfällt. Metschnikoff nun behauptet, die mit grossem Dotter versehenen Eier „können keine passenden Objecte für die Untersuchung der Blastodermbildung liefern“ (p. 413), weil die Undurchsichtigkeit des Dotters die Vorgänge im Innern verdeckt, und verwirft darauf ganz dogmatisch die Richtigkeit der Ansicht Weismann's. In Wirklichkeit lassen sich aber gerade mit Berufung auf die Haupteigenschaft des Nahrungsdotters, welche weniger eine Verdunklung des Eiinhaltes als eine Trübung

---

[1]) Embryonalhülle der Hymenopteren- und Lepidopteren-Embryonen. Mém. St. Pétersbourg 1869.

[2]) Beiträge zur embryologischen Entwicklung der Insekten. Troschel's Archiv 1869 XXXV 1, p. 136—189.

[3]) Mémoire sur la génération des Aphides. Der Abschnitt: Développement de l'œuf pondu in Annal. Scienc. natur. Zool. 1872 I. Nr. 4, p. 1—63.

[4]) L. c., p. 411.

[5]) Balbiani beschäftigt sich in seiner umfangreichen Arbeit zwar nur mit den oviparen Aphiden, gibt aber (l. c., p. 9) in Betreff der viviparen an, dass in ihren kleinen und durchsichtigen Eiern zu gleicher Zeit mit den an der Peripherie gelegenen Blastodermkernen auch noch das Keimbläschen „plus ou moins altérée dans sa forme, mais néanmoins parfaitement reconnaissable encore au centre de l'œuf“ vorhanden sei. Obwohl nun (abgesehen von dem wenig glücklichen Versuche Balbiani's, die Aphiden zu einer Art Hermaphroditen zu machen) die ganze Abhandlung den Eindruck grösserer Genauigkeit macht, als diejenige von Metschnikoff, so ist doch aus theoretischen Gründen die von Letzterem angegebene Darstellung der Bildung des Blastodermes wohl als die richtigere anzusehen.

der ontogenetischen Vorgänge zur Folge hat, beide Behauptungen leicht vereinigen. Wir brauchen nur darauf hinzuweisen, dass die Aphis- und Miastor-Eier während der Bildung des Blastoderms noch wachsen und ihren Dotter zum Theile erst in dieser Zeit aus dem Mutterleibe in sich aufnehmen. So können wir ohne Weiteres bei den normalen Dipteren und mit einem Analogieschluss auch bei allen Insekten, deren Eier eine grosse Menge Dotter enthalten, voraussetzen, dass das Keimbläschen vor Bildung des Blastoderms schwindet und seine Elemente dann zur Bildung der einzelnen Kerne verwendet werden, in der Art, dass hier die sonst langsam verlaufenden wiederholten Theilungen des Keimbläschens auf einmal erfolgen. Eine solche Zusammenziehung der ersten Stufen in der Entwicklung harmonirt auch vortrefflich mit der, wie gleich gezeigt werden soll, überhaupt so enorm und abnorm gekürzten Ontogenese der Insekten. Einen ähnlichen Versuch zur Erklärung dieser Differenzen zwischen Weismann und Metschnikoff, welche Beide aus ihren Specialbeobachtungen zu allgemeine Schlüsse gezogen haben, hat übrigens auch O. v. Grimm [1]) gemacht, wenngleich ohne Beziehungen auf Phylogenie.

Ueber die weiteren Vorgänge am Blastoderm und den Antheil, welchen es an dem Aufbau des Embryo nimmt, sind gleichfalls Angaben und Ansichten grundverschieden, so dass auch hier eine kritische Sichtung nothwendig wird, aber auch zu einem einigermaassen befriedigenden Resultate führt. Fast alle Beobachter stimmen darin überein, dass sich aus einem mehr oder minder grossen Theile des Blastoderms der „Keimstreif" bilde. Hierbei ist zunächst nur eine Verlängerung der Cylinderepithelzellen des Blastoderms auf der Seite, welche zum Bauche des Embryo wird, zu constatiren, keineswegs eine Trennung desselben in zwei Schichten. Die Rückenpartie der Keimhaut bleibt wie sie war oder ihre Zellen verflachen sich zu einem exquisiten Plasterepithel. [2]) Dann erst spaltet sich von dem Bauchblastoderm,

---

[1]) Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung und Entwicklung der Arthropoden. Mém. St. Pétersbourg 1872.

[2]) Weismann nimmt sogar für „alle Larven mit beissenden Mundtheilen und alle Insekten mit unvollkommner oder fehlender Metamorphose" (l. c., p. 210) einen völligen Riss des Blastoderms an, durch welchen der Dotter frei zu Tage trete (sogenannter regmagener Keimstreif). Indessen hat schon Kupffer (l. c., p. 390 ff.) gezeigt, wie Weismann die sich bildende seröse Hülle für die Dotterhaut angesehen hat und wie er überhaupt zu der Annahme eines Spaltes im Blastoderme gelangen konnte, ohne dass ein solcher

welches hierdurch den Namen „Keimstreif“ erlangt, eine Schicht ab, deren Zellen allem Anscheine nach auf verschiedene Weise entstehen. Wir verfolgen aber zunächst die weiteren Schicksale des Blastoderms selbst. Sie sind differenter Natur, je nachdem der Keimstreif, d. h. die Verdickung der Bauchseite, den ganzen Meridian bedeckt, oder nur einen kleinen Theil der Peripherie in Anspruch nimmt, um sich darauf vom Blastoderm zu entfernen und in den Dotter hinein zu wachsen. Hiernach unterscheidet man bekanntlich zwischen äusserem und innerem Keimstreif. Bemerkenswerth ist es nun, dass bei letzterer Form die Stelle, an welchem er mit dem Blastoderm zusammenhängt, zum Kopfe des Embryo wird und sonach dieser Theil des Körpers sich zuerst anlegt. Der in den Dotter hineinwachsende, an seinem Schwanzende demnach freie Keimstreif ist nun nicht massiv, vielmehr entsteht gleich zu Anfang in der durch Zellwucherung verdickten, mehr oder weniger scharf umschriebenen Stelle der Keimhaut eine Höhlung, so dass der Keimstreif, oder wie er in diesem Falle auch genannt wird, der Keimhügel oder das Keimschild die Form eines Handschuhfingers annimmt. Die eine am meisten nach der Peripherie des Eies gerichtete Wandung ist dünn, besteht aus Einer Schicht und trägt bei den Autoren die Namen: innere Hülle, Faltenblatt (Deckblatt), Amnion oder viscerales Blatt; die andere wird mehrschichtig und ist eben der eigentliche Keimstreif. [2]) Beide Theile stehen natürlich mit dem Blastoderm in Verbindung und bilden gewissermaassen nur eine Einstülpung desselben. Nachdem dies geschehen, wächst die Keimhaut mittels einer Falte, welche sich ringförmig erhebt, noch über den Kopf hinaus und bildet so zum zweiten Male eine durchaus geschlossene Blase, deren innerer Wandung an einer Stelle der Handschuhfinger aufsitzt. Bei Pediculiden und Mallophagen

wirklich vorliegt. Zu gleichem Resultate ist auch Metschnikoff (l. c., p. 485) gekommen. Dagegen redet Bütschli bei Apis von einem Auseinanderweichen der Blastodermzellen auf dem Rücken und einem Austritt des Dotters, fügt aber einschränkend hinzu, dass „wahrscheinlich einzelne schwer wahrnehmbare Zellen die grösstentheils entblösste Rückenfläche des Dotters bedecken“ (l. c., p. 525). Hiernach erscheint es im äussersten Grade fraglich, ob wirklich irgendwo bei den Insekten ein Riss des Blastodermes vorkommt; man hat es wohl in allen derartigen Fällen nur mit optischen Täuschungen zu thun.

[2]) Die einzelnen Autoren stimmen in der Anwendung dieses Ausdruckes eben so wenig mit einander überein, wie in der Bezeichnung der Keimhüllen.

soll indessen nach den Beobachtungen von Grimm [1]) und von Melnikow diese Ueberwachsung nicht eintreten, sondern „die Einstülpungsöffnung bleibt vorhanden" (M. p. 164), nur wird sie so eng, dass der Schein eines Zusammenhanges der Ränder entsteht. Hat sich später aus dem Keimstreif die Bauchseite des Embryo durch Differenzirung gebildet, so stülpt er sich — und dies macht natürlich nur bei den Pediculiden und Mallophagen einen Riss des Blastoderms unnöthig — wieder aus, das Blastoderm aber bildet nun den Verschluss des Rückens. Somit befindet sich der Dotter im Innern des Embryoleibes und verfällt alsdann der Resorption. Nach dieser Auseinandersetzung geht zwar aus dem Blastoderm die ganze Körperwand des Embryo, allein direct doch nur Kopf und Rücken desselben hervor; während des eigentlichen Aufbaues aber fungirt es nur als eine nicht unmittelbar betheiligte Decke und hat hiernach im Gegensatze zur innern Hülle die Bezeichnungen: äussere Hülle, Amnion, seröse Hülle und parietales Blatt empfangen. [2])

Etwas anders verlaufen diese Vorgänge bei den Insekten mit äusserem Keimstreife. Hier bleibt die ganze Bauchseite des Embryo zunächst mit dem Blastoderm in Verbindung; bald aber wölbt sich dieses auf der Bauchseite an beiden Endpunkten derselben, also an den Eipolen, zu je einer Falte in die Höhe, welche den ganzen Embryo umwachsen und beim Zusammentreffen

---

Dies beweist deutlich, wie man bei der Darstellung der embryologischen Vorgänge sich mehr darum bemühte, eine genaue Beschreibung zu liefern, als ein Verständniss namentlich mit Bezug auf Zellschichten (Keimblätter) zu erzielen. Nun tritt zwar die Bauchseite des Blastodermes, sowie ihre Zellen höher werden, bei Beobachtung mit auffallendem Lichte durch grössere Weisse vor der übrigen Keimhaut als ein Streifen hervor; indessen wird man, falls man überhaupt das Wort Keimstreif noch beibehalten will, es erst dann anwenden dürfen, wenn eine Trennung der betreffenden Blastodermpartie in mehrere Schichten eingetreten ist, weil nur in diesem Falle die Worte „innerer und äusserer Keimstreif" wirklich das Resultat der nämlichen Vorgänge bezeichnen. Alsdann ist der Keimstreif nichts Anderes als diejenige Stelle des Blastoderms, welche die Anlage des Nervensystemes und des Mesoderms enthält. Noch besser freilich sieht man von dem Gebrauche eines solchen ungenauen Ausdruckes ab.

[1]) Entwicklung der Arthropoden (Docophorus).

[2]) Natürlich ist dies Blastoderm (innere und äussere Hülle) viel zu weit gedehnt, um direct zur Schliessung des Rückens verwendet zu werden. Eine Contraction, d. h. eine Näherung seiner Zellen muss also eintreten und nur von ihrer Intensität wird es abhängen, welcher Theil, ob die innere oder die äussere Hülle, mit dem Embryo in Verbindung tritt.

verschmelzen. Gleichzeitig trennen sich die beiden Wandungen der Falten allmählich von einander und so entstehen zwei Kapseln, von denen die innere blos den Embryo einhüllt oder richtiger gesagt, mit ihren Rändern überall in den Keimstreif übergeht, die äussere aber den ganzen Eiinhalt umgibt. Sonach steht die letztere nun mit dem Keimstreif in gar keiner Verbindung mehr, sondern schmiegt sich der Eischale von innen dicht an. Ist dann die Bauchseite des Embryo differenzirt, so reisst die äussere Hülle ein und wird zuweilen zur Bildung der Rückenwandung verbraucht, während der Verbleib der inneren nicht immer mit Sicherheit festzustellen ist. Uebrigens sind die Beschreibungen, welche die Autoren liefern, so erheblich unter sich verschieden und mehr oder weniger unklar — Beides in viel höherem Grade, als die Schilderungen der Entwicklung mit innerem Keimstreif es sind — dass es nicht leicht wird, sich in ihnen zu orientiren. So lässt Melnikow nicht nur bei Donacia, sondern auch bei Musca und Chironomus entgegen den Anschauungen der andern Beobachter die innere Hülle sich gleichfalls über den gesammten Dotter hinziehen, während Bütschli bei Apis und Ganin bei Formica und Bombyx gar keine innere Hülle bemerkt haben. Kovalevsky beschreibt hingegen bei Apis beide Hüllen als „geschlossene Säcke". Bei Musca vermisst dann wieder Mecznikow die äussere Hülle, dafür versichert aber Kovalevsky ganz bestimmt, sie gefunden zu haben etc. etc. Vergleichen wir daher, um diesem Wirrwarr zu entgehen, zunächst die fraglichen Stadien mit denen der Pteromalinen. Wir sehen, dass bei der ersten Larve derselben die Bauchseite der Körperwandung eine Verdickung erfährt, während die Rückenfläche ungeändert bleibt. Aus dieser verdickten Schicht gehen dann hervor: Bauchstrang, Gehirn, Kopf und die ventralen Extremitäten, also ganz dieselben Theile, welche sich aus dem Keimstreif der übrigen Insekten bilden. Somit ist, wie schon Ganin[1]), wenn auch in etwas sonderbarer Weise ausspricht, die ganze Embryonalperiode von Platygaster für die andern Insekten verloren gegangen. Demnach ist das Blastoderm nichts weiter als das Ektoderm, welchem direct kein Entoderm correspondirt, sondern welches in Einklang mit unsern theoretischen Darlegungen einer Summe von einzelnen Larvenhäutungen

[1]) L. c., p. 440: „Es scheint, als ob die erste Pteromalinenlarve ein echtes Ei sei, in welchem eben solche embryologische Vorgänge ablaufen, wie sie den andern Arthropoden während der Embryonalentwicklung eigenthümlich sind."

ontogenetisch gleichkommt. Wenn dies der Fall ist, so dürfen wir erwarten, dass wie sich vor jeglicher einzelnen Larvenhäutung aus den betreffenden Partien des Ektoderms und im Zusammenhang mit ihnen die neuen Organe bilden, so auch bei diesen Summenlarven aus dem gesammten alten Ektoderm das neue hervorgeht. Nur behält, wie auch die Pteromalinen lehren, der Rücken, weil für's Erste keine neuen Organe an ihm auftreten, lange Zeit hindurch seine ursprüngliche Form bei und so zeigt sich der Keimstreif zuerst nur auf der Bauchseite, um dort das Material für die Neubildungen zu liefern.[1]) Er deutet also auf diejenige phylogenetische Periode hin, in welcher die Vorfahren des Protentomon ohne Beine und ohne Ganglienkette beide Organsysteme erlangten — eine Periode, deren eben nur noch wenige

---

[1]) Was die Keimblätter angeht, so bemerke ich Folgendes. Bei den Pteromalinen ist nach Ganin die Verdickung der Bauchepidermis der Anfang zur Bildung des Nervensystemes, der mächtigen Speicheldrüsen und der ventralen Extremitäten. Letztere entstehen als „solide, zellige Verdickungen der Epidermis", die sogenannten Imaginalscheiben Weismann's, höhlen und stülpen sich erst später aus und erhalten alsdann ihre Muskulatur von dem Mesoderm. Dieses ist, wie schon oben angegeben, bereits im Embryo entstanden. Auch bei denjenigen Insekten, deren Ontogenese an Schnitten verfolgt worden, also bei Hydrophilus und Apis, vollzieht sich die Bildung des Mesodermes in einer sehr frühen Periode vom Blastoderme aus; letzteres wird nur dort, wo kein Mesoderm aus ihm hervorgeht, zum Amnion, muss also später durch ein neugebildetes Epiderm (Hautsinnesblatt) ersetzt werden. Auch hier ist das Nervensystem ein Abkömmling des letzteren. Es ist daher nur noch die Frage nach der Herkunft des Entodermes zu erledigen. Kovalevsky leitet es aus dem Mesoderme ab; die Zellen dieses Blattes, welche sich immer weiter nach dem Rücken hin ausbreiten, biegen nach innen zu um und wachsen, indem sie zwischen sich und dem Mesoderme, welches nun schärfer als Hautfaserblatt auftritt, einen Hohlraum bestehen lassen, auf dem Dotter hin wieder nach der Mediane des Bauches zu. So entsteht Leibeshöhle und Ventraltheil des Darmfaserblattes. Von dem letztern aber spaltet sich geradezu das Entoderm als eine unmittelbar den Dotter bedeckende Schicht ab und nimmt, indem sie allmählich auch zum Rücken sich ausbreitet, den Dotter in sich auf. Mir scheint diese Herleitung namentlich mit Rücksicht auf die Zeichnungen, welche Kovalevsky gibt, wenig plausibel; und so bin ich im Gegensatze zu der eben geschilderten Auffassung, welche das Entoderm zuletzt entstehen lässt, aus theoretischen Gründen der Ansicht, dass es bereits vor dem Mesoderme auftritt. Ich sehe in den Dotterballen oder Dotterschollen, welche Kovalevsky selbst als kernhaltig (bei Apis) bezeichnet, die Anfänge des Entoderms. Man könnte nun geneigt sein, die Einstülpung, welche das Blastoderm auf der ganzen Länge der Bauchseite erleidet, für den modificirten Gastrula-Mund zu halten und aus der durch sie gebildeten tiefer liegenden Zellschicht erst das Entoderm und darauf das Mesoderm hervorgehen lassen,

Insekten heute zu Tage ontogenetisch gedenken.[1]) Offenbar sind also diejenigen Formen älter, bei denen die gesammte Neubildungszone i. e. Keimstreif noch mit dem alten Ektoderm i. e. Keimhaut in Berührung bleibt — und das sind die Insekten mit äusserem Keimstreif. Späterhin wird dieser durch Kürzung der Entwicklung selbständiger, so dass nur noch der Kopf in Connex mit dem Blastoderm steht — die Insekten mit innerm Keimstreif — bis endlich, wenn überhaupt die Beobachtungen Ganin's richtig sind, bei Formica und Bombyx der Keimstreif völlig unabhängig vom Blastoderm neu aus dem Dotter entsteht. Demnach ist die

wobei die Zellen des Darmdrüsenblattes unter enormer Grössenzunahme den eigentlichen Nahrungsdotter verzehren und so die Dotterschollen darstellen würden. Da aber diese Ansicht andere Schwierigkeiten darbietet, so scheint mir auch sie nicht die richtige. Ich sehe vielmehr in der genannten Einstülpung nur eine Vorbereitung zur Bildung der Embryonalhüllen und lasse aus ihr nur das Mesoderm entstehen; das Entoderm hingegen wird sich an dem (mit Bezug auf den Embryo) hinteren Eipole vom Blastoderm aus einstülpen, falls überhaupt noch von einer Einstülpung die Rede sein kann. Sonach wird man nicht auf Quer-, sondern auf Längsschnitten die erste Anlage des Entodermes gewahren können. In dieser Meinung bestärkt mich das Auftreten der sogenannten Polzellen bei den Dipteren, welche ich nicht wie Grimm zu den inneren Genitalien, sondern zu dem Entoderm in Beziehung bringen möchte. Eine ganz eigenthümliche Ansicht über die Entstehung des Darmdrüsenblattes hat Ganin durch Untersuchung von Blatta gewonnen. Er lässt es nämlich geradezu aus den Einstülpungen des Oesophagus und Enddarmes, also aus dem Epiderme hervorgehen, welches sich direct durch den Dottersack hindurch verbreitet. Dabei hat er aber in einer viel früheren Periode bereits „sehr grosse, runde und ovale Kerne mit Membran und Kernkörperchen", also wohl zellige Elemente in dem Dottersacke bemerkt; nur sollen diese vom Amnion herrühren und sich an der Entodermbildung durchaus nicht betheiligen, ohne dass freilich Ganin über ihren Verbleib etwas aussagt. Wenn man nun bedenkt, dass alle diese Resultate nicht durch Beobachtungen an Schnitten erlangt wurden, somit auch schon der Methode nach eine ganz andere Auffassung zulassen, so braucht man nur an diesen schon früh auftretenden Zellen festzuhalten, um in ihnen die Anlage des Entodermes zu sehen, welche demnach schon „gleich in den ersten Stadien der Entwicklung des Dottersackes" vor sich gehen würde. Eine Entstehung des Entodermes aber aus dem Epiderm, wie Ganin sie will, müsste, um glaubhaft zu erscheinen, in ganz anderer Weise dargethan werden, als es in der russisch geschriebenen) Arbeit Ganin's dem Referate zufolge, welches Hoyer liefert (Hofmann's und Schwalbe's Jahresbericht f. 1874, p. 395—397) der Fall zu sein scheint.

[1]) Hiernach sind die Rückenneubildungen, d. h. die Flügel, viel jüngere Erscheinungen, als die Beine, eine Thatsache, die phylogenetischen Werth besitzt.

Keimhaut ontogenetisch eine provisorische Embryonalhülle (analog ähnlichen Erscheinungen bei den Vertebrata [1]), phylogenetisch aber ein Ektoderm. Als solches wird es von Hause aus zur Schliessung des Rückens beim Embryo verwendet werden. Bei Platygaster wird ohnehin, da die Flügel erst später auftreten, der Rückentheil unverändert von einer Larve in die andere herübergenommen. Erst wenn eine Einstülpung des Keimstreifs sich geltend macht — innerer Keimstreif — ist eine Contraction der äusseren Hülle nothwendig, die aber offenbar nur wiederherstellt, was die vorhergegangene Verflachung der Rückenzellen am Blastoderm verändert hatte. Hier sind innere und äussere Hüllen morphologisch völlig gleich und fliessen auch ohne scharfe Grenze in einander. Die spätere Bildung, für die sich bei den Pteromalinen nichts Aehnliches findet, ist nur derjenige Theil der äusseren Hülle, welcher die Einstülpungsöffnung überwächst. Beim äusseren Keimstreif hingegen löst sich die innere Hülle von der äussern völlig ab und zwar ist auch nur der Rückentheil der letztern noch das ursprüngliche Blastoderm, ihr Bauchtheil hingegen und die ganze innere Hülle sind Neubildungen. Hiernach wäre es möglich, dass unter Umständen die letztere völlig fehlte, weil sie dem gleichnamigen Gebilde bei den Insekten mit innerem Keimstreif nur analog ist. Dies scheint bei Apis der Fall zu sein, wenigstens wenn man der Darslellung Bütschli's Glauben schenken will. Hiernach [2]) entstände die äussere Hülle „durch

[1]) Offenbar ist es für den vorliegenden Fall ganz und gar ohne Belang, ob bei den amnioten Wirbelthieren ebenfalls eine phylogenetische Begründung der Embryonalhüllen möglich ist oder nicht. Wenn hier nämlich diese Häute, über deren physiologische Bedeutung man keineswegs im Klaren ist, auch lediglich aus der Anpassung des Embryo an die Umgebung hervorgegangen sein sollten, so kann dort eine bereits bestehende Einrichtung — die Larvenhäutung — von dem Embryo benutzt worden sein, um sich einen Schutz im Eie zu verschaffen. Indessen ist selbst das noch fraglich, ob wirklich die Hüllen dem werdenden Insekte von Nutzen sind oder ob sie ihm nicht vielmehr als phylogenetisches Erbstück zur Last gereichen. Für den letzteren Fall, den man gewöhnlich nicht berücksichtigt, wäre selbstverständlich nur eine Erklärung, wie ich sie oben gegeben, möglich. Bei dem meist dicken und, wie vielfältig constatirt wird, ausserordentlich undurchlässigen Chorion des Insekteneies scheinen besondere, aus dünnen und weit auseinandergezogenen Zellen gebildete Hüllen für den Embryo allerdings nicht gerade nothwendig zu sein. Andererseits kann die totale Abwerfung des Ektodermes, welche zur Bildung der äusseren Hülle führt, nicht befremden, wenn man die enorme Vorfahrenreihe des Protentomon bedenkt.

[2]) l. c., p. 534.

ein allmähliches Abheben von dem Keimstreif," so dass also auch aller Grund zur Entstehung einer innern Hülle wegfiele. Nach Kovalevsky hingegen ist zu Anfang dieselbe vorhanden, schwindet aber später spurlos, indem „ihre Zellen sich auflösen, d. h. verschwinden" (l. c., p. 46). Andererseits darf die äussere Hülle nie fehlen [1]) und muss zur Schliessung des Rückens verwendet werden, falls sie überhaupt noch dem Ectoderm von Platygaster entsprechen soll. Bei Apis geschieht dies nach Bütschli indessen auch nicht, vielmehr schliesst sich der Rücken durch Verbreitung des Keimstreifs über den ganzen Dotter hin. Zur richtigen Beurtheilung dieses Vorganges müssen wir die Untersuchungen Melnikow's zu Hülfe nehmen. Bei Donacia, Mystacides, Simulia und Chironomus, also Vertretern ganz verschiedener Insektengruppen, wächst auch die innere Hülle über das ganze Ei hin, was offenbar nur durch Loslösung ihrer Ränder vom Keimstreif geschehen kann; sie persistirt noch, wenn bereits der Rücken geschlossen ist, so dass eine Betheiligung der äusseren Hülle am Aufbaue des Embryo ganz ausgeschlossen ist. Hieraus ist zu entnehmen, dass zwei Abwerfungen des gesammten Ektoderms erfolgten, von denen zwar die letzte in zwei verschiedenen Zeitabschnitten vor sich geht, immerhin aber auch die Rückenhaut mit betrifft. Bei Apis ist alsdann diese doppelte totale Häutung in eine einzige zusammengezogen, so dass das Blastoderm nicht mehr demjenigen der Insekten mit innerem Keimstreif homolog ist und natürlich auch nicht zur Schliessung des Rückens gebraucht wird. Entsteht aber bei Formica nach Ganin der Keimstreif völlig unabhängig von dem Blastoderm als Neubildung aus dem Dotter, so darf hier ebenfalls nur Eine Hülle vorhanden sein und diese sich auch nicht an dem Aufbau des Dorsaltheils des Embryo betheiligen. Beides stimmt mit den Beobachtungen überein.

Ob nun überhaupt die so eben besprochenen Verhältnisse in Betreff der Hüllen wirklich vorkommen, oder, was ich eher glaube, nur gezwungene Deutungen von unvollständigen Beobachtungen darstellen, ist eine Frage, deren Beantwortung sich nur durch neue Untersuchungen geben lässt. Möglich sind aber diese wiederholten Häutungen, wie mir aus dem Gesagten hervorzugehen scheint, vom Standpunkte der Theorie aus ohne

---

[1]) Die Behauptung Metschnikoff's, dass bei den Musciden dies der Fall sei, widerlegt Kovalevsky (l. c., p. 2).

Zweifel; natürlich sind auch jetzt viele Schwierigkeiten noch nicht beseitigt, so dass eine richtige Auffassung aller ontogenetischen Vorgänge der Zukunft vorbehalten bleibt. Indessen gewinnt man aus dem Angeführten doch ein phylogenetisch verwendbares Resultat. Es zeigt sich nämlich, dass im Allgemeinen die Insekten mit äusserem Keimstreif älter sind, als die mit innerem, (und dass die letztern eine viel grössere Uebereinstimmung auch in den Details der Entwicklung zeigen, als die erstern). Bestätigt wird dieser Satz auch durch den Umstand, dass bei Platygaster die Keimstreifbildung vom Schwanze nach dem Kopfe zu fortschreitet, bei den mit innerem Keimstreif versehenen (Endoblasten) hingegen umgekehrt vom Kopfe zum Schwanze; bei den Ektoblasten sind beide Richtungen zu verzeichnen.

Haben uns die Pteromalinen den Schlüssel zum Verständniss der Insektenentwicklung im Grossen und Ganzen zu liefern vermocht, so sind sie auch nach einer andern Richtung noch von Interesse für uns. Es ist nämlich nicht wahrscheinlich, dass Eier, welche durch eine Fülle von Nahrungsdotter charakterisirt sind und so alle Erinnerung an frühere Epochen haben aufgeben müssen, plötzlich zur regelrechten Entwicklung zurückkehren sollten, wenn jener durch ihren Parasitismus überflüssig geworden wäre. Es hiesse das einen Atavismus wunderbarer Art zu Hülfe rufen. Sonach lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit behaupten, dass die Insekteneier ursprünglich mit wenigem (oder gar keinem?) Dotter ausgerüstet waren; ferner, dass sehr bald nach der Entstehung des Protentomon eine kleine Gruppe unter seinen Abkömmlingen die Gewohnheit annahm, ihre Eier in die Larven der übrigen Insekten abzulegen. In dem Maasse, als der ganze Stamm zunahm und die Eier mit grösseren Mengen Nahrung versehen wurden, konnten dann auch die Eischmarotzer entstehen und im Laufe der Zeit variiren. Hieraus lässt sich mit der gehörigen Vorsicht wohl ein Schluss auf das Alter der einzelnen Gruppen, welche diese Versorgung ihrer Eier acceptirten, erzielen.

Ich will nun, indem ich die Einzelheiten in der Ontogenese erst später bei den betreffenden Gruppen besprechen werde, die Resultate, welche sich aus dem Gesagten für die Phylogenie gewinnen lassen, in folgenden Thesen zusammenfassen:

8) [1]) Insekten mit äusserem Keimstreif sind im Allgemeinen älter, als die mit innerem.

---

[1]) Nr. 1—7 über die Imagines, s. p. 147.

9) Insekten mit sog. unvollkommener Verwandlung sind im Allgemeinen älter, als solche mit vollkommener.

10) Das Protentomon besass Eier mit geringem Nahrungsdotter.

11) Larvenformen ohne oder mit wenigen Stigmen sind nachträglich entstanden und somit jünger, als die verwandten Larven ohne solche Abänderungen. Aus der Grösse derartiger Anpassungserscheinungen wird sich der Zeitpunkt, in welchem die Larven sich der Lebensweise ihrer Vorfahren entfremdeten, abschätzen lassen.

12) Larven mit Tracheenkiemen sind jünger, als die verwandten kiemenlosen Larven.

13) Dasselbe gilt von kopflosen Larven im Gegensatze zu den mit einem Kopfe versehenen.

14) Welche Larven ihren Imagines gegenüber primär oder secundär sind, ist nicht nach einer allgemeinen Regel zu entscheiden, sondern für jeden Spezialfall zu untersuchen.

II.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der einzelnen Insektenordnungen über und beginne mit den Hymenoptera, weil sie uns durch Platygaster eine Art von Verständniss für die Ontogenese aller Ordnungen eröffnet haben.

Hymenoptera.

Sie stellen eine Gruppe dar, welche zwar nach aussen scharf abgegrenzt erscheint, in sich aber viele Verschiedenheiten darbietet. Während jedoch diejenigen Eigenschaften, welche ihnen allen zukommen, vorzugsweise dazu dienen werden, der ganzen Ordnung ihren Platz im Stammbaum anzuweisen, interessiren uns zunächst nur die Verschiedenheiten in der Ausbildung der einzelnen Formen und zwar auch nur die der Imagines. Die Larven sind nach Satz 14 zu beurtheilen und dürfen also hier nicht herangezogen werden. Am wenigsten von dem Typus des Protentomon haben sich offenbar diejenigen Familien [1]) entfernt, deren Mundtheile noch ausschliesslich zum Beissen eingerichtet sind, deren

[1]) Ich führe sie nach dem Handbuche von Carus und Gerstäcker auf.

Hinterleib die grösste Anzahl von freien Metameren besitzt und deren Thoraxringe nicht mit einander verwachsen sind. (Vergl. die Sätze 4 a und b auf Seite 147.) Von den drei grossen Gruppen der Hymenoptera, den Aculeata, Entomophaga und Phytophaga erfüllen die letzten diese Bedingungen noch am besten. Während nämlich bei jenen Beiden die Zahl der Abdominalringe höchstens 7 beträgt, finden hier wir 8 bei den Tenthredinidae, 9 bei den Uroceridae; während dort der Hinterleib gestielt ist, d. h. wenigstens sein erstes Segment zu einem mehr oder minder deutlichen Stiele umgewandelt zeigt, ist er hier in seiner ganzen Breite mit dem Thorax verbunden. Dazu kommt noch, dass, wie schon Bütschli [1]) angedeutet hat, der Bienenstachel hervorgegangen ist nicht etwa blos aus dem 12. und 13. Hinterleibssegmente, sondern aus ihnen in Gemeinschaft mit den sogenannten „Afterfüssen" der Larve. Kraepelin [2]) zeigt nun, dass dies bei allen Aculeaten und auch bei den Ichneumoniden mit einer Legescheide der Fall ist. [3]) Da aber sicherlich der ganze Apparat ursprünglich als ovipositor auftrat, so ist, da einmal die Homologie nachgewiesen, der Stachel, wie er in Verbindung mit der Giftdrüse als Schutzmittel fungirt, als eine secundäre Erscheinung zu betrachten. Sonach sind im Grossen und Ganzen die Aculeata die jüngsten, die Phytophaga die ältesten Hymenoptera. Ein weiterer Beweis hierfür liegt auch noch darin, dass bei den letztgenannten allein von den drei Gruppen das Mesonotum noch am Metanotum beweglich bleibt, während im Uebrigen der Thorax bei der ganzen Ordnung ver-

---

[1]) l. c., p. 545: Die Afterfüsse stehen „zur Genitalbewaffnung der Imago in genereller [genetischer?] Beziehung."

[2]) Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und die Entwicklungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere. Zeitschr. wiss. Zool. 1873, p. 299 ff.

[3]) Packard entwickelt freilich in seiner bereits erwähnten Abhandlung über die Hymenoptera andere Ansichten. Er lässt zwar auch den ovipositor aus Anhängen des 8. u. 9. Segmentes entstehen, sieht aber in diesen „tubercles" keine homologa mit den Füssen, weil jene aus den Sterniten, diese zwischen Sterniten und Pleuriten hervorsprossen sollen. Dagegen sind ihm wahre homologa mit den Füssen die appendices anales der Ephemeridae, vieler Orthoptera etc. Durch die letzteren werde eine Art von Symmetrie zwischen Anfang und Ende des Insektenleibes hergestellt („we perceive faint traces of antero-posterior symmetry . . . involving a repetition of homologous appendages at the two opposite poles of the body" (l. c., p. 85). So seien die entgegengesetzten Körperpole „morphologically simply repetitions of each other" (p. 94)! Es wird nicht nothwendig sein, hierauf weiter einzugehen.

wachsen ist. Mit Rücksicht nun auf den eigenthümlichen Bau der Uroceridae (Spaltung des Prothorax and des ersten Abdominaltergites etc.) wird man wohl die Tenthredinidae oder richtiger gesagt, eine zwischen ihnen und den Uroceridae stehende, ausgestorbene Gruppe als die ältesten Hautflügler zu bezeichnen haben (Prothymenoptera), von denen alsdann die Uroceridae als ein durch Gewöhnung an das Holzbohren abgeänderter Zweig sich seitlich entfernt, während der Hauptstamm zu den Tenthredinidae weiter verläuft. Der Uebergang von den Phytophaga zu den Entomophaga könnte man in den Cynipidae vermuthen, welche zwar in ihrer Organisation bereits wesentlich mit den Letzteren übereinstimmen, jedoch meist noch eine ähnliche Versorgung ihrer Eier wie die Erstern betreiben. Da indessen ihr Hinterleib eine besondere, fernrohrartige Anordnung der einzelnen Segmente zeigt, so sind auch sie als bedeutend modificirt anzusehen. Daher stehen wohl den Tenthredinidae eben so nahe die Chalcididae und Proctotrypidae (zu denen Ophioneurus, Platygaster und Teleas gehören). Von diesen sind aber die Letztgenannten, wie schon der Name besagt, wiederum weiter von dem Stamm entfernt, indem sich offenbar der Legebohrer ursprünglich auf der Bauchseite befand. Ob die Ichneumonidae älter oder jünger, als die beiden eben erwähnten Familien sind, muss durch genauere Untersuchungen festgestellt werden, doch spricht der Umstand, dass bei Manchen von ihnen der Hinterleib nicht eigentlich gestielt ist, für eine verhältnissmässig früh erfolgte Abtrennung vom Stamme. Die Verbindung mit den Aculeata vermitteln die Pompilidae und Crabronina in so fern, als die Weibchen in diesen Familien ihre Eier nicht mehr in lebende, sonder an zuvor getödtete oder wenigstens gelähmte Larven legen. Da aber nicht anzunehmen ist, dass diese Gruppen wirklich zuerst ihre Eier in der bei den Entomophaga gebräuchlichen Weise abgesetzt hätten, so wird man wohl die Linien der Entomophaga und Aculeata sich gleich unten am Stamme trennen lassen. Dann hätte der ältere Zweig die Eier nach wie vor in das Nährmaterial gelegt, wie das auch die Phytophaga thaten; der andere würde allmählich seine Larven der Fleischkost entwöhnt haben, wie dies bei den Bienen der Fall ist. Eine directe Ableitung der Aculeata von einer der noch jetzt lebenden Familien der Entomophaga erscheint mir wenigstens als verfehlt. Die Pompilidae stehen durch ihren oft grossen Prothorax den Phytophaga am nächsten

und mögen als seitliche Abzweigungen die Heterogyna (durch sexual selection entstanden) und die Chrysididae aufzuweisen haben, während die Crabronina zu den eigentlichen Apiariae und Vespariae hinleiten.[1]) Während aber bei den Bienen und Wespen der Stachel als solcher sich so weit differenzirt, dass er mit Widerhaken besetzt ist, die nach Kraepelin bei den Crabronina wenn auch nur in geringerem Grade vorhanden sind, ist bei den Formicariae der Stachel umgekehrt häufig rückgebildet, obwohl noch stets nachweisbar. Dafür ist aber die sonst kleine Giftblase oft enorm gross geworden. Da nun die Vorderflügel nicht faltbar sind, so wird man die Ameisen jedenfalls nicht zu den Wespen, sondern höchstens in die Nähe der Bienen setzen dürfen. Auf die ausgesprochene Analogie in der Arbeitstheilung darf man, wie schon die Termiten beweisen, nicht allzuviel Werth legen. Wahrscheinlich wird man ihnen aber eine noch tiefere Ursprungsstelle, vielleicht in der Höhe des Pompilidenzweiges anweisen müssen, was allerdings gegenwärtig nicht mit Sicherheit zu entscheiden ist.

Die Ontogenese der Hymenoptera ist, abgesehen von den Arbeiten Ganin's und Bütschli's, wenig bekannt. Bei einigen auf Madeira lebenden Arten von Formica soll nach Metschnikoff[2]) an Stelle der äusseren Hülle des Embryo eine „Anzahl lose liegender Zellen“ treten — ein Beweis mehr für die gewaltig abgeänderte Entwicklungsweise der Ameisen. In wie weit diese übrigens von den niedrigen Formicariae getheilt wird, bleibt abzuwarten. Die abnorme Stellung des Legebohrers bei den Proctotrypidae wird durch die Angabe Ganin's aufgeklärt, dass bei Platygaster auch das elfte Segment sammt seinen Fussanlagen zu den Genitalien in Beziehung tritt. Die Larven der Entomophaga sind bekanntlich „fusslos“ und haben auch an den Segmenten (mit Ausnahme eben der letzten) keine Füsse während des Eilebens besessen. Bei den Aculeata ist anscheinend das Gleiche der Fall, aber, wie die Ontogenie von Apis beweist, sind die Füsse im Embryo angelegt. Sonach ist die Larve der Apiden nicht gleichzustellen derjenigen von Platygaster etc., vielmehr ein nachträglich ein-

---

[1]) Den genauen, auf sorgfältige Beobachtungen gegründeten Nachweis für die Ableitung der Bienen von den Grabwespen liefert Hermann Müller in seiner gehaltreichen Schrift: Anwendung der Darwin'schen Lehre auf Bienen. (Verhandl. naturh. Ver. Rheinprovinz u. Westfalen. Jahrg. 1872, p. 1—96, Tab. I, II.)

[2]) Entwicklung der etc. Myriapoden, p. 278.

geschobenes Stadium. Endlich besitzen bei den Phytophaga die Larven noch 9—11 Paar Beine und zeichnen sich zum Theile (diejenigen der Tenthredinidae) auch durch Färbung der Körperhaut vor den sonst weissen Jugendzuständen aus; mithin nähern sie sich der Imago bedeutend, sind also verhältnissmässig wenigen Anpassungen ausgesetzt gewesen. Bei Polynema sollen während der ganzen Entwicklung und auch bei dem vollendeten Insekte keine Tracheen existiren; die Flügel scheinen bei den dicht über dem Wasser fliegenden oder sogar schwimmenden [1]) Thierchen als Kiemen zu fungiren, indem sie nach Ganin „in ihrem Innern eine einfache (mit Blut gefüllte) Höhle umschliessen" (l. c., p. 427).

Mit Rücksicht auf die eben ausgesprochenen Vermuthungen über den Zusammenhang der einzelnen Familien der Hymenoptera unter einander zeichne ich nun den hypothetischen Stammbaum derselben in der Form auf, in welcher er auf Taf. VI a wiedergegeben ist und knüpfe daran eine kurze Charakteristik des Prothymenopteron, indem ich diejenigen Merkmale als bestimmend annehme, welche entweder allen oder den ältesten Hautflüglern zukommen. In gleicher Weise werde ich bei den andern Insektenordnungen verfahren.

Prothymenopteron: 9 freie Hinterleibsringe. Prothorax bereits mit dem Mesothorax verwachsen. Mundtheile beissend. Flügelpaare gleich, ohne Schuppen. Kopf frei wendbar, mit 3 Ocellen. Beine mit 5 Tarsen. 3 Thorakal-, 6 Abdominalganglien. Sehr viele vasa Malpighii. Beim Weibchen eine Legescheide. Entwicklung mit äusserem Keimstreif, Larve gefärbt, mit wenigstens 9 Beinpaaren.

Lepidoptera.

Sie bieten zur Aufstellung ihres Stammbaumes wenig Handhaben. Die innern Organe erscheinen, so weit die Untersuchungen reichen, im Wesentlichen bei allen gleich gebaut, überhaupt einförmiger, als bei irgend einer andern Ordnung unter den Insekten. Auch mit der äusseren Beschaffenheit des Körpers und seiner Anhänge sieht es nicht anders aus. Das Abdomen besteht aus 7—9 freien Ringen; genaue Angaben über diesen Punkt unter Berücksichtigung der einzelnen Familien waren mir leider nicht zugänglich und fehlen vielleicht überhaupt, da sie in den Augen der Systematiker keinen klassifikatorischen Werth haben. Aus

[1]) Nach Lubbock (monograph of the Collembola and Thysanura, p. 54) ist dies der Fall bei Polynema natans.

diesen Gründen wohnt auch den folgenden Auseinandersetzungen viel weniger Sicherheit inne, als denen über die Hymenoptera. Von Wichtigkeit ist übrigens der Umstand, dass die Raupen durch ihre grosse Beinzahl (meist 8 Paare) und die ihnen zukommende Färbung wesentlich übereinstimmen; es lässt sich hieraus mit ziemlicher Gewissheit der Schluss ziehen, dass sie in dieser Form bereits bei dem Protolepidopteron vorhanden waren und somit bei der Aufstellung des Stammbaumes verwendet werden dürfen.

Zunächst die Macrolepidoptera. Als ein äusserst wichtiges, obwohl unscheinbares Merkmal muss das retinaculum an den Hinterflügeln angesehen werden, da es offenbar zur Erleichterung des Fluges dient und daher als eine nachträgliche Bildung erscheint. Da es bei den Familien, welche es besitzen, in durchaus gleicher Form auftritt, so fehlt jeder Grund zu der Annahme, es sei von ihnen auf verschiedenem, für jede Gruppe selbständigen Wege erworben werden. Auch die Coconfabrication seitens der Raupen ist als eine spätere Anpassungserscheinung anzusehen, kann aber von jeder Familie besonders erlernt und abgeändert worden sein und besitzt daher nicht die phylogenetische Bedeutung, wie sie den Flügelhaltern innewohnt. Ohne eigentlichen Cocon sind nur die Raupen der Diurna, Sphingidae und Xylotropha. Da aber die beiden ersten Familien stets ein retinaculum besitzen, so bleiben nur die Xylotropha als verhältnissmässig alt übrig. Unter diesen treten durch ihre nackten Flügel die Sesiariae hervor, deren oft aussergewöhnliche Aehnlichkeit mit Hymenoptera und Diptera stets erwähnt wird. Wenn nun auch dieses Phaenomen zum Theil sicherlich nur Schein ist, zum Theil auch wohl seinen Ursprung der Mimicry verdankt, so glaube ich doch nicht, dass die geringe Beschuppung der Flügel eine Rückbildung darstellt, und stehe daher nicht an, die Sesien als die dem Protolepidopteron am nächsten befindliche Abtheilung der Macrolepidoptera zu bezeichnen. Durch ihre Vermittelung würden sich an die Xylotropha direct die Sphingidae anschliessen, zu welchem man sie früher ohnehin rechnete, während die Cossina zu den Bombycina überleiten würden würden. In dieser Familie sind die Gruppen ohne retinaculum, die Bombycidae und Saturnidae älter, als die mit einem solchen versehenen Liparidae und die durch ihre Fortpflanzungsweise merkwürdigen Psychidae. Die hier vorkommende Parthenogenesis ist selbstverständlich jüngeren Datums und kann nach Satz 7 bei der Auf-

stellung dieses allgemeinen Stammbaumes unberücksichtigt gelassen werden, während bei einer monographischen Bearbeitung der einzelnen Gattungen und Arten natürlich Gewicht auf sie zu legen sein wird. Die Diurna (Rhopalocera) sind wegen ihrer Flügelhaltung und Fühlerbildung jedenfalls eine homogene und in ihren jetzt bestehenden Formen verhältnissmässig junge Abtheilung, so dass das Protorhopaloceron von den Xylotropha um ein Bedeutendes absteht. Selbstverständlich sind von geringem Alter unter den Tagschmetterlingen diejenigen kleineren Gruppen, welche entweder an beiden Geschlechtern oder nur beim Männchen verkümmerte Vorderbeine (sog. Putzpfoten) aufweisen. Rechnen wir diese und ausserdem die Equites wegen ihrer „geschwänzten" Flügel ab, so bleibt nur noch zwischen den Hesperiadae, den Acraeidae und den Pieridae zu entscheiden. Für die letzteren spricht die weisse Farbe der Flügel, da offenbar die Schuppen bei ihrem phylogenetischen Auftreten zuerst farblos waren und erst später meist durch sexual selection farbige Wandungen erhielten. Andererseits finden sich die zwei sehr charakteristischen Sporenpaare an den Hinterschienen der Xylotropha bei den Diurna nur noch unter den Hesperiadae. Sonach hat die zu suchende Verbindung, das Protorhopaloceron, wahrscheinlich in der Mitte zwischen den Weisslingen und Dickköpfen gestanden. — Die Cheloniariae scheinen den Bombycidae nahe zu stehen. Endlich vermitteln unzweideutig zwischen diesen letztern einerseits und den Geometridae andererseits die Noctuina.

Unter den Microlepidoptera sind die Pterophoridae und die Tineina wegen ihrer Flügelbildung sicher nicht als die ursprünglichen Formen anzusehen. Wenn die Behauptung Suckow's [1]), dass bei Hyponomeuta und Pterophorus nur 4 vasa Malpighii vorkämen, nicht von vornherein unwahrscheinlich wäre, so würde für alle Kleinschmetterlinge ein grosses Alter feststehen. Jedenfalls ist die Angabe desselben Autors [2]), bei Hyponomeuta seien zwei getrennte Hoden vorhanden, wie ich durch Autopsie weiss, unrichtig, vielmehr findet sich auch hier die gemeinschaftliche Hülle — eine secundäre Erscheinung — vor. So mangelt einstweilen jeder Anhalt, die Stellung der Tortricina, welche den ursprünglichen Microlepidoptera am nächsten zu kommen scheinen,

---

[1]) Verdauungsorgane der Insekten. Heusinger's Zeitschr. für organische Physik 1833, Tab. IX.

[2]) Geschlechtsorgane der Insekten. Dies. Zeitschr. 1828, Tab. X.

genau zu fixiren. Die Sporen an den Hinterschienen fehlen auch hier nirgends, doch ist damit eine Ableitung der Kleinschmetterlinge von den Xylotropha oder dieser von jenen noch nicht dargethan.

Ueber die Ontogenese liegen nur Notizen vor. Von Pterophorus gibt Kovalevsky an, die äussere Hülle werde zur Schliessung des Rückens nicht verwendet, sondern von der Larve aufgezehrt. Dasselbe behauptet Ganin von der Bombyxlarve. Auch hiernach ist die enge Zusammengehörigkeit der Macro- und Microlepidoptera zweifellos. Was die Larven betrifft, so repräsentiren die 16füssigen den früheren Zustand, während bei den Noctuina bereits 14- und 12füssige und bei den von ihnen abgeleiteten Geometridae sogar 10füssige vorkommen. Weiteren Anpassungen sind die Raupen nach dieser Richtung hin nicht ausgesetzt gewesen. Auch bei Tineina und Pyralida kommen 14beinige Larven vor.

Protolepidopteron: 9 freie Hinterleibsringe. Prothorax bereits verwachsen. Echt saugende Mundtheile. Flügelpaare gleich, mit zerstreuten farblosen Schuppen oder Haaren besetzt. Kopf frei wendbar. Nur noch 2 Ocellen. Beine mit 5 Tarsen. 3 Thoracal-, 5 Abdominalganglien. 6 vasa Malpighii. 4 ovaria, 2 Hoden. Legescheide nicht vorhanden. Entwicklung mit äusserm Keimstreife, Larven farbig, mit 8 Beinpaaren.

Diptera.

Sie bilden, wenn wir einstweilen von den Pulicidae und Pupipara absehen, eine scharf umgrenzte Gruppe. Die stechenden Mundtheile in Verbindung mit einer Reihe anderer Abänderungen, wie die seltsame Flügelbildung, der verwachsene Prothorax und der völlig freie Kopf, lassen sie als eine Abtheilung erscheinen, die seit ihrem Auftreten vielen Anpassungen unterworfen worden und so in ihren noch lebenden Repraesentanten bedeutend modificirt ist. In anderer Beziehung stehen sie hingegen dem Protentomon noch ziemlich nahe. Der freien Abdominalringe finden sich zum Theil noch 9 vor, während ein Herabsinken wie bei den Käfern auf 5 nur selten vorkommt. Dagegen zeigt das Nervensystem nur noch höchstens 6 Abdominalganglien. Die vasa Malpighii sind äusserst constant[1]) an Zahl 4 und enden entweder

[1]) Dufour, mémoire sur les vaisseaux biliaires ou le foie des insectes (Annal. Sc. natur. Zool. 1843 I, p. 145—182) findet bei den Culicidae 5 „comme je me plais à le redire.“

völlig frei oder paarweise in Schlingen. Häufig besitzen sie zu je zwei einen gemeinschaftlichen Ausführgang. Als Ausstülpung des Oesophagus scheint überall ein Kropf vorzukommen. Im Rectum befinden sich stets 4 Papillen. Besonders charakteristisch für eine grosse Anzahl von Familien sind 3 mit meist dunkel gefärbten Wandungen versehene Receptacula seminis, die jedenfalls ein brauchbares Mittel für phylogenetische Untersuchung abgäben, wenn nicht die Kenntniss derselben viel zu wünschen übrig liesse. Namentlich ist hier Dufour völlig unzuverlässig, da er die Bedeutung der Behälter durchaus verkannt hat und so häufig Verwechselungen mit andern Anhangsgebilden der weiblichen Genitalien sich zu Schulden kommen lässt.

Die grösste Anzahl freier Hinterleibsringe, nämlich 8 oder 9, finden wir bei den Tipulariae. Unter ihnen sind die Fungicolae und Gallicolae als abgeleitete Formen zu betrachten, deren Larven eine Lebensweise eigenthümlicher Art angenommen haben und daher auch auf die Imagines wiederum einwirkten. Der directe Beweis hierfür liegt darin, dass unter den pilzbewohnenden Dipterenlarven kopftragende, zu den Tipulariae gehörige und kopflose Muscidenlarven vorkommen. Sonach fand die Gewöhnung an die Pilze erst statt, als bereits eine Trennung der Muscariae und Tipulariae erfolgt war und die Larvenform im Allgemeinen feststand. Höchst wahrscheinlich sind die Culiciformia und Culicina wegen ihrer Wasserlarven mit kiemenförmigen Anhängen ebenfalls spätere Abzweigungen und so bleiben als Grundform nur die Muscaeformia übrig, deren Larven in der Erde sich entwickeln. Es ist allerdings möglich, dass die Larve des Protodipteron bereits das feste Element mit dem flüssigen vertauscht hatte, mit andern Worten, das Protodipteron seine Eier in das Wasser abzulegen gewohnt war; dann wären diejenigen Tipulariae die ältesten, deren Jugendzustände noch jetzt sich im Wasser entwickeln, dann müsste man aber auch annehmen, dass die Larven der übrigen Dipteren sich wiederum dem Leben auf dem Lande anbequemt hätten. So lange indessen keine zwingenden Gründe für diese complicirte Hypothese sprechen, wird man mit der einfacheren vorlieb nehmen und, wie schon erwähnt, unter den Musciformia oder vielmehr in der Nähe dieser kleinen Schaar das Protodipteron suchen. Es ist nun neuerdings „auf Grundlage der von Brauer vorgeschlagenen Eintheilung der Dipterenlarven nach ihrem Verpuppungsprocess in Orthorhapha und Cyclorhapha“

von Schiner ein System der Dipteren entworfen worden.[1]) Dieses muss nach Brauer, da es „auf physiologischen Grundpfeilern ruht, als natürlicher angesehen werden, als alle jene, welche einseitig nur die Charaktere der vollendeten Insekten berücksichtigten.“ An und für sich betrachtet sind zwar die Abweichungen, welche sich durch die neue Anordnung ergeben, nicht so sehr bedeutend; dagegen ist das Eintheilungsprincip selbst unhaltbar und muss in seinen Consequenzen zu den schon oben widerlegten Anschauungen Salensky's führen. So lange nämlich eine blosse Nebeneinanderstellung der einzelnen Familien diesem wie den früheren Systemen genügt, ist bei der Gruppirung nach den Larvenformen der Vortheil darin zu suchen, dass man aus dem Platze, welchen jede Familie einnimmt, ohne Weiteres auf die ihr zukommende Larvenform einen Schluss ziehen kann; es ist also gegenüber der ziemlich regellosen Aneinanderreihung, wie sie in andern Systemen herrscht, ein Fortschritt nicht zu verkennen. Dagegen lässt sich a priori durchaus nicht beweisen, dass zwei nahe verwandte Fliegenfamilien auch ähnliche Larven haben müssen, und umgekehrt, dass einander nahestehende Larven auch eine Annäherung der Imagines bedingen. Ich werde weiter unten zeigen, dass sämmtliche Larvenformen der Dipteren in ihren charakteristischen Theilen dem Protentomon gegenüber secundär sind und es also auch ihren Imagines gegenüber sein können; in wie weit das letztere Verhalten zutrifft, hat bei jeder Gruppe die Entwicklungsgeschichte aufzudecken. Viel richtiger scheint es mir, ein System — selbstverständlich ein phylogenetisch begründetes — möglichst auf kleine, unbedeutende Merkmale zu fundiren, welche zwar bei ihrem Auftreten ihrem Träger von Nutzen waren (denn sonst würden sie sich wohl nicht bis zur Gegenwart haben erhalten können), im Lauf der Zeit jedoch ihren Werth verloren, der Anpassung nicht ausgesetzt waren und somit nur noch durch Vererbung sich bis auf unsere Zeit fortsetzten.

Unter den Musciformia (Bibionidae und Simulidae nach Brauer) vermittelt nun wahrscheinlich Simulia ohne Ocellen den Uebergang zu dem Reste der Mücken, während vielleicht in Bibio mit Ocellen der Zusammenhang mit den Tabanina und somit zu den übrigen Diptera gegeben ist. Der genannten Familie machen übrigens die Asilina, deren Fühler indessen schon

---

[1]) Brauer, Kurze Charakteristik der Dipterenlarven u. s. w. Verhandl. zool. botan. Gesellsch. Wien XIX 1869, p. 843.

meist nicht mehr als 3 Glieder aufweisen, in etwas den Platz streitig, da ihr Nervensystem noch 2 Bauchknoten mehr besitzt, als das der Tabanina und so jedenfalls eine directe Ableitung von ihnen als unmöglich erscheinen lässt. Mit den Tabanina stehen durch das Vorkommen von zwei eigenthümlichen Blindschläuchen am Magen, was sonst bei den Diptera nicht der Fall zu sein scheint, in Verbindung die Leptidae, Bombyliidae und Syrphidae, von welchen die ersteren mit Rücksicht auf ihre 8 freien Abdominalringe als sehr alt, die letzteren mit nur 5 als sehr jung und die Bombyliidae mit 6—7 als in der Mitte befindlich angesehen werden müssen. In die Nähe dieser Familien gehören auch durch ihre Organisation die Stratiomyidae; da nun unter ihnen sich zwar wesentlich verschiedene Formen, die älteren Xylophagi mit 7—8 Abdominalringen und die jüngeren eigentlichen Wasserfliegen mit nur 5 Ringen vorfinden, so wäre es recht gut denkbar, dass gerade auch den ersteren das Merkmal der Blindschläuche zukäme. Bis dieser Beweis erbracht ist, wird die Stellung der Familie zu den Tabanina, mit denen sie sonst auch durch das geringelte Endglied der Fühler übereinstimmen, nicht mit Sicherheit festzusetzen sein. Wohin die Muscariae zu bringen sind, unterliegt gleichfalls einigem Bedenken. Sie stehen den Syrphiden und Stratiomyiden durch die 5 Hinterleibsringe und die pupa coarctata, den ersteren überdies durch Zusammenziehung der Brustganglien auf eine Centralmasse sehr nahe. Doch sind dies alles Anpassungsverhältnisse, welche nicht recht entscheidend sind, da sie immerhin durch ähnliche Lebensbedingungen getrennt erworben sein können. Vor der Hand stelle ich sie zu den Syrphidae. Was den Rest der Diptera betrifft, so wage ich über die abnormen Inflata, Scenopinidae, Platypezidae und Therevidae kein Urtheil (und betone nur auf Grund der 8 Abdominalringe das grosse Alter der Scenopinidae und Therevidae), während ich die Dolichopodidae und Empidae wegen ihres enormen Copulationsapparates, den sie mit den Asilidae und verschiedenen Tipulariae nach Schummel[1]) theilen, in die Nähe der Asilidae bringen möchte.

Die Ontogenese der Diptera ist überaus schwierig zu verstehen, zumal sie noch so wenig studirt worden ist. Genaue Untersuchungen sind über die Vorgänge im Ei bei Chironomus und Musca von Weismann und bei Miastor und Simulia von Mecznikow

[1]) Siebold, vgl. Anatomie der Wirbellosen, p. 660 adn. 3.

und auch von Grimm angestellt worden, doch ist eine Deutung der hierbei auftretenden Seltsamkeiten, so weit diese wirklich vorkommen und nicht auf Beobachtungsfehlern beruhen, einstweilen noch nicht möglich. Die Entwicklung geschieht überall mit äusserem Keimstreif; dabei finden aber in räthselhafter Weise bei einigen Arten nacheinander zwei Umdrehungen des Embryo um seine Längsaxe in einem Betrage von je 180° statt, von denen die erste nach Weismann mit einem Riss des Blastoderms verbunden sein sollte. Die Larven der Diptera sind sehr verschieden und lassen sich allgemein in sogen. kopflose und kopftragende sondern, welchen eine pupa coarctata resp. obtecta entspricht. Bei der ersten vollzieht sich die Häutung, welche den Uebergang zum Puppenstadium anbahnt, in der Weise, dass sich die Haut nur abhebt, verhärtet und dann zur Puppenhülle wird. Darunter aber häutet sich die Puppe nochmals und erhält erst dann ihre richtige Cuticula, so dass also 3 Chitinmembranen in einander stecken. Bei der pupa obtecta hingegen geht die Häutung normal von Statten. Allmähliche Uebergänge verbinden übrigens die extremsten Fälle, welche bei dieser Einrichtung vorkommen, in der Art, dass während bei den Syrphidae und den Muscariae die Puppenhaut (Tonne) durch eine praeformirte Bogennath aufspringt (Cyclorhapha Brauer's), bei den Lonchopteridae nur noch eine T-förmige Spalte vorhanden ist, bei den Stratiomyidae ein einfacher dorsaler Längsriss vorkommt, wie er auch bei der pupa obtecta eintritt; selbst innerhalb der kleinen Gruppe der Cecidomyidae finden sich beide Einrichtungen vertreten. Betrachten wir nun die Vorgänge an Musca, welche dem ersten, und Corethra, welche dem zweiten Typus entspricht, gemäss den Untersuchungen Weismann's [1]) näher, so können wir zunächst mit Sicherheit darthun, dass sämmtliche Larvenformen secundär sind. Im Ei von Musca entstehen die Mundtheile in normaler Weise als Kopfanhänge (1. Stadium), bald aber gehen die zweiten Maxillen ein und die Mandibeln verschmelzen zu einem unpaaren Haken (2. Stadium). Diesen wirft die Larve bei der ersten Häutung ab und erhält dafür 2 Haken (3. Stadium); in der Puppe fallen auch diese, (4. Stadium) und der Rüssel entsteht nun direct, indem seine Theile von vornherein als das angelegt werden, was

[1]) Die nachembryonale Entwicklung der Musciden nach Beobachtungen an M. vomitoria und Sarcophaga carnaria. Zeitschr. wiss. Zool. 1864, p. 187 bis 336 und: Die Metamorphose der Corethra plumicornis. Zeitschr. wiss. Zool. 1866, p. 45—127.

sie werden sollen.[1]) Demnach sind Stadium 2, 3 und 4 eingeschoben und bereits im Ei wird eine Einleitung zu der 1. Larvenform getroffen, so dass wir hier eine unterdrückte Larvenhäutung vor uns haben. Hiernach macht Musca vom Embryo bis zur Imago 5 Häutungen durch, von denen aber die erste in die Embryonalperiode fällt und auch nicht eigentlich mehr zur Abwerfung einer Cuticula führt, und von denen die 4., wie schon oben erwähnt, unter dem Schutze der 3. geschieht und eine reine Wachsthumshäutung ist. Bei Corethra finden gleichfalls 5 Häutungen statt, dagegen persistiren die normalen Mundtheile und gehen, wie auch die Antennen, direct in die der Imago über. Neubildungen, welche die Larven als secundär erscheinen lassen, sind aber auch hier vorhanden, beschränken sich indessen fast ganz auf die Respirationsorgane und dienen zur Anpassung an das Leben im Wasser. Dahin gehören 2 Tracheenblasen „vorwiegend Schwimmblasen" (l. c., p. 55), während Stigmen gänzlich fehlen (und auch die Andeutung derselben im Ei ausfällt). Dagegen ist freilich das gesammte Tracheensystem der Mücke „bereits in der jüngsten Larve in der Anlage vorhanden." Bei der Puppe bilden sich auf dem Pronotum die sog. Stigmenkiemen im Zusammenhange mit einem Tracheenstämmchen, und werden mit der 5. Häutung wieder entfernt. Ausser den Anhängen des Kopfes gehen auch die Körpersegmente direct in die der Imago über, nur die Beine und Flügel resp. Halteren sind insofern Neubildungen, als ihre ersten Anlagen erst in der Puppe als sog. Imaginalscheiben auftreten. Sie sind aber nichts als Ausstülpungen des Hautsinnesblattes im Umkreise eines Nerven, und die „Füllungszellen gehen aus einer Wucherung des Neurilems" (p. 79), also aus dem Hautfaserblatte hervor. Sonach ist die Continuität des Exoderms nachgewiesen, wie denn auch die abgeworfenen Theile — Stigmenkiemen, Ruderflossen, Proventriculus (vergl. oben p. 141), Muskeln — nur das obere primäre Keimblatt[2]) betreffen und somit unseren theoretischen Deductionen nicht entgegen stehen. Wir gewinnen aber

---

[1]) Weismann, nachembryonale Entwicklung etc., p. 275.

[2]) Ich bemerke hier, dass Weismann schlechterdings von Keimblättern nichts wissen will, obwohl es ein Leichtes ist, aus seinen Beobachtungen und seinen Worten den Beweis für ihre Existenz zu führen. Zum Ueberfluss zeigt Grimm (Chironomus, p. 16), dass das Hautsinnesblatt als Cylinderepithel von dem Mesoderme, welches sich öfters theile, gut zu unterscheiden sei. „In Folge dessen ist es leicht, die Grenze zwischen diesen beiden Blastodermschichten zu erkennen."

durch Corethra die Erklärung für Musca, bei der eine totale „Histolyse" eintritt. Hier geht nämlich nur das Abdomen direct aus einer Umwandlung der 8 hinteren Larvensegmente hervor, während der ganze Kopf und Thorax sich neu bilden. Die Imaginalscheiben treten auch hier entweder im Bereiche eines Nerven oder eines Tracheenstammes, also stets am Hautsinnesblatt auf, nur dienen sie zugleich zur Bildung der Anhänge und des betreffenden Theiles der Körperwandung. Hiernach verliert der Satz Weismann's: „Thorax und Kopf der Fliege sammt ihren Anhängen entwickeln sich im Innern der Leibeshöhle . . . und zwar in organischer Verbindung mit physiologisch und morphologisch ganz heterogenen Theilen des Larvenkörpers" (p. 222) schon viel von seinem räthselhaften Inhalte. Dazu kommt noch, dass diese Imaginalscheiben bereits sämmtlich im Ei (p. 223) angelegt sind. Die Prothoracalhälften hingegen sammt ihren „Stigmenhörnern" haben Bildungsscheiben, die erst während des Larvenlebens entstehen (p. 237), was aber im Hinblick auf die ihnen homologen Stigmenkiemen bei Corethra ganz erklärlich wird. In die Lumina nun der so gebildeten Anhänge treten nicht unmittelbar, wie bei Corethra, Partien des Mesodermes zur Bildung der Muskeln, vielmehr werden „die Zerfallproducte des Fettkörpers hineingeschwemmt" (p. 268) und gestalten sich erst später zu geordneten Faserzügen. Vorher sind nämlich Epidermis, Muskeln, Proventriculus etc. zerfallen, so dass sich der Inhalt des Puppenkörpers „sehr wohl mit dem Inhalte des befruchteten Eies vergleichen lässt" . . . Ein wesentlicher Unterschied bleibt nur immer der, dass zu keiner Zeit alle innern Organe fehlen" (p. 318). Der echte, eigentliche Darm nämlich persistirt in seiner Form und bekommt nun einen neuen Zellbelag von innen und später einen Muskelbelag von aussen. Sonach ist eine Betheiligung des Entodermes an der Bildung der Körpermusculatur sicher ausgeschlossen. Der Fettkörper aber ist, wie auch aus Ganin's Beobachtungen an Platygaster (l. c., p. 402) hervorgeht, ein Product des Mesodermes. Hiernach ist die „totale Histolyse" bei Musca ihrer Schrecknisse in morphologischer Beziehung beraubt und der richtigen Auffassung zugänglich gemacht. Zum Wenigsten ist nachgewiesen, dass die Keimblätter getrennt bleiben. Warum nun gerade bei Musca diese Entwicklungsweise auftritt, welche so bedeutende Umwege im Larvenleben einschlägt, lässt sich allerdings zur Zeit noch nicht einsehen, doch darf man auf die enorme Verkürzung des Hinterleibes (5 Ringe gegenüber den 9 von Corethra) hindeuten,

um gewaltige Veränderungen begreiflich zu finden; ein völliges Verständniss können nur ontogenetische Untersuchungen an Tabanidae mit Pupa obtecta und an Syrphidae oder noch besser an Stratiomyidae mit Pupa coarctata bringen. Zugleich müssen dann unter den Mücken die Musciformia (Bibio) zur Vergleichung dienen, weil hier wahrscheinlich die Entwicklung noch ziemlich regelmässig verlaufen wird.

Ich bemerke übrigens hier noch, dass diese Histolyse viel häufiger vorkommen muss, als man bis jetzt vielleicht glauben mag. Auch Chun [1]) ist durch seine Untersuchungen an Liparis salicis und Vanessa urticae in Betreff dieser Erscheinung zu derselben Auffassung gelangt wie Weismann. Nach ihm „ist bereits am 2. Tage der Verpuppung von Oesophagus und Mastdarm keine Spur mehr aufzufinden . . . . Dagegen tritt der Chylusmagen, wenigstens in seiner mittleren Abtheilung, noch deutlich hervor . . . Später fallen auch seine Gewebe der Histolyse anheim." Die Anlage des neuen Darmrohres geschieht „im Anschluss an die früheren Zerfallproducte, die bei vorsichtiger Präparation immer noch die Form des Organes erkennen lassen, weil sie sich nicht zerstreuen."

Was die Parasitae angeht, so sind die Aphaniptera grundverschieden von den Pupipara und zeigen durch ihre gesammte Organisation, dass sie sich von den echten Diptera äusserst früh abzweigten und so Zeit besassen, ihren Körper der neuen Thätigkeit nach besten Kräften anzupassen. In der That sind die homonomen Thoraxringe und die gespaltene Unterlippe Zeichen eines hohen Alters, dem die 8 Hinterleibsringe nebst der gleichen Zahl von Abdominalganglien [2]) durchaus nicht widersprechen. Man könnte sogar geneigt sein, sie gänzlich von den echten Zweiflüglern zu entfernen, wenn nicht ihre Embryonalentwicklung nach dem Zeugnisse von Weismann (und Packard) im Wesentlichen mit der der der Tipulariae übereinstimmte. Da übrigens die Ontogenese noch zu wenig bekannt ist, so lässt sich kein weitreichender Schluss aus ihr ziehen. Die Pupipara hingegen besitzen höchstens noch 6 freie Abdominalringe und erlauben so eine Ableitung von jüngeren Dipteren. Doch muss auch hier die Trennung vom Stamme derselben schon frühzeitig vor sich gegangen sein. Während nämlich bei Musca das Nervensystem auch in seinen ersten Stadien schon sehr concentrirt auftritt, zeigt sich bei

[1]) l. c., p. 26.

[2]) L. Landois, Anatomie des Hundeflohes. Nova acta Acad. Leop. Carol. 1866, p. 51.

jungen Melophaguslarven nach den Beobachtungen von Leuckart [1]) noch ein deutlich gegliedertes, aus 11 Ganglien bestehendes Bauchmark, welches erst allmählich sich zu der bekannten centralen Masse gestaltet. Bemerkenswerth ist hierbei der Umstand, dass von vorneherein schon die drei Thoracalganglien viel stärker sind, als die 8 Abdominalganglien, obwohl die Larve im Körper der Mutter keine Bewegungen ausführt, welche diese Präponderanz verstehen lehrten. Hier gibt offenbar nur die Phylogenie eine Erklärung. Aus der Ontogenie, wie sie Leuckart darstellt, hebe ich noch Folgendes heraus. Ein Amnion und Faltenblatt ist nicht beobachtet worden, dagegen häutet sich die Larve selbst mindestens zwei Male und zwar einmal unmittelbar nach dem Verlassen der Eihülle. Die Bildung des Tracheensystems geht von der Stigmentasche aus, welche schon sehr früh im Embryo als eine Querspalte am hinteren Leibesende auftritt. Die junge Larve besitzt nur ein Stigmenpaar, welches in Bezug auf den After dorsal gelegen ist, obwohl es die scheinbare Hinterleibsspitze einnimmt. Bis dahin sind 8 Abdominalsegmente unterscheidbar. Nach einer alsdann auftretenden zweiten Häutung sind 3 Stigmenpaare vorhanden, deren Tracheen allerdings sofort jederseits zu einem Längsstamme verschmelzen, welcher sich dann erst wieder theilt, die mir aber doch die drei letzten Segmente anzudeuten scheinen. Dass gerade diese Stigmen zur Ausbildung kommen, erklärt sich aus der Lage der Larve in der Vagina des Mutterthieres. Der Magen ist auch hier hinten geschlossen; die vasa Malpighii hangen mit dem Enddarme zusammen, sollen jedoch nicht als Ausstülpungen desselben entstehen, vielmehr glaubt Leuckart beobachtet zu haben, dass sie sich „als lange Zellenstränge aus der tiefen Schicht der Muskelhaut absondern“ (p. 223). Man wird auf diese nur vermuthungsweise ausgesprochene Ansicht jedenfalls nicht mehr Werth zu legen haben, als auf die Meinung Leuckart's über den Antheil, welchen die Keimblätter an dem Aufbau des Embryos nehmen sollen. Er unterscheidet zwei „Keimschichten“, doch entsteht nach ihm aus der oberen nur die Epidermis, aus der unteren, „weit dickeren . . . theils die animalischen Organe der Larve, Nervensystem und Muskeln, theils aber auch die Umhüllungen des Darmkanales, der Fettkörper und die Tracheen“ (p. 215). Bei der Schwierigkeit der Untersuchung, wie

---

[1]) Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen nach Beobachtungen an Melophagus ovinus. Abhandl. naturforsch. Gesellsch. Halle 1858, p. 145 bis 226, tabb. III.

sie Leuckart selbst oft betont, sind solche Irrthümer auch unvermeidlich.

Als die ältesten Pupiparen sind der Wohnthiere wegen wahrscheinlich die Braulina zu betrachten; ob übrigens die Verwandtschaft der drei Hauptklassen wirklich eine so innige ist, wie man für gewöhnlich annimmt, würde nur die Ontogenie lehren können, welche aber mit Ausnahme von Melophagus noch bei keiner einzigen Art bekannt ist.

Protodipteron: 9 freie Hinterleibsringe. Prothorax bereits mit dem Mesothorax verwachsen, dagegen Kopf schon frei wendbar. 3 Ocellen. Stechende Mundtheile, Flügelpaare ungleich. Beine mit 5 Tarsen. 3 Thoracal-, 5 Abdominalganglien, 4 vasa Malpighii. Eine Legescheide fehlte. Entwicklung mit äusserem Keimstreif, Larven farblos, ohne Beine.

Coleoptera.

Gleich den vorigen Ordnungen ist diejenige der Käfer nach allen Seiten hin abgeschlossen und kann, ohne dass irgend welche Aenderungen in Bezug auf ihren Umfang vorzunehmen sind, zur Besprechung gelangen. Charakterisirt werden die ihr zugehörigen Insekten bekanntlich in erster Linie durch die Bildung ihrer Flügel: das vordere Paar ist hart und hornig und dient zum Schutze des zweiten, welches meist sehr gross ist und fast überall vielfach gefaltet in der Ruhe den Hinterleib ganz bedeckt. Vergegenwärtigt man sich nun, dass die dorsalen, als Flugorgane auftretenden Anhänge ursprünglich gewiss nicht länger als der Körper gewesen sind, um in der Ruhe demselben dicht anliegend vor Beschädigung gesichert zu sein, dass aber mit zunehmender Länge eine Faltung nöthig wurde, so wird man die Gruppe der Kurzflügler, falls man nicht an eine nachträgliche Verkümmerung der Flügel zu glauben hat, zu den ältesten Formen zählen müssen. Aehnliches gilt von den Flügeldecken. Eine Verwachsung der letzteren, welche sich aus der Entwöhnung vom Fluge erklären lässt, ist eben so sicher ein Zeichen geringen Alters, wie die noch weiche Beschaffenheit eine Annäherung an die ursprüngliche, homoptere Grundform der Insekten verräth. Der Kopf ist fast allgemein frei wendbar. Die Zusammenziehung des Hinterleibes von den 11 freien Ringen des Protentomon ist bei allen Käfern bis auf 8 herab erfolgt und geht auf der Bauchseite noch bedeutend weiter; es verschmelzen hier die ersten Sternite mit dem Metasternum und werden auf dem Rücken sehr klein und bedeu-

tungslos. Im Allgemeinen darf man also die Zahl der freien Ventralringe als einen höchst wichtigen Factor bei der Bestimmung des Alters benutzen. Beim Nervensystem [1]) kommen im Einklang hiermit Zusammenziehungen vor, welche bekanntlich so weit gehen können, dass sämmtliche Abdominalganglien unter sich verschmelzen und sich den Thoracalganglien dicht anlagern, so dass nur die Anzahl der Nervenpaare einen Schluss auf die potentia vorhandenen Knoten erlaubt. Besonders häufig ist die mehr oder weniger innige Verbindung des ersten Abdominal- mit dem Metathoracalganglion, welche der Verschmelzung der betreffenden Körpersegmente entspricht. Offenbar sind nun die erstgenannten Erscheinungen secundärer Natur und lassen sich aus der steigenden Präponderanz der Bewegungsorgane ohne Mühe erklären. In dem Maasse, wie der Hinterleib, um einen rascheren Flug zu ermöglichen, sich verkleinerte und so die Körpermasse verringerte, rückten auch die entsprechenden Ganglien nach vorne und geriethen in ein immer grösseres Abhängigkeitsverhältniss zu den nun bedeutend werdenden Thoracalganglien; analoge Verhältnisse bieten die Schwimmkäfer dar. Dies drückt schon Blanchard [2]) aus, wenn er sagt: „On peut considérer les types offrant le système nerveux le plus centralisé comme les plus parfaits," nur wird man statt des vieldeutigen „parfait" jetzt wohl das Wort „jeune" setzen müssen. Neuerdings hat nun Roger [3]) einen „fragmentären Versuch zur Auffassung der Käfer im Sinne der Descendenztheorie" gemacht, in welchem er nachweist, wie mit der Verkürzung der Ganglienkette eine Verringerung der Adern in den Flügeln parallel geht und eine Verstärkung der Flugkraft daraus resultirt. Indem er den Grund dieser Correlation nicht weiter erörtert, begnügt er sich damit, sämmtliche wirklich vorkommende Äderungen von einem hypothetischen „Urflügel" mit regelmässig anastomosirenden Adern abzuleiten, und legt namentlich dar, wie ein Gelenk zum Umschlagen der Flügel entstehen konnte. Es zeigt sich also auch hier, dass die Concentration des Nervensystems nur die Folge ist von den Einrichtungen, welche im Laufe der Zeit im Interésse gesteigerter Bewegungsfähigkeit Platz greifen.

---

[1]) Es sind höchstens 3 Thoracal- und 8 Abdominalganglien vorhanden. Vgl. Blanchard, système nerveux des Coléoptères. Ann. Sc. natur. Zool. 1846 I, p. 273 - 379, pl. 8—15.

[2]) l. c., p. 283.

[3]) Flügelgeäder der Käfer. Erlangen 1875.

Die früher allgemein gültige Eintheilung der Coleopteren nach der Zahl der Tarsen hat man in neuerer Zeit als künstlich verwerfen wollen; es zeigt sich aber, dass eine ganz eigenthümliche Lagerung der vasa Malpighii — ein Hinkriechen derselben zwischen der Muskellage und der Membrana propria des Rectums — den nicht fünfzehigen Käfern zukommt, und so wird dieses Merkmal im System nicht geringgeschätzt werden dürfen. Eine Modification hat es ohnehin schon nach der Richtung hin erfahren, dass man z. B. zu den Brachelytra selbst trimere Arten rechnet. Mit einer solchen Einschränkung aber wird es, bis genauere Arbeiten über die vasa Malpighii es entbehrlich machen, einstweilen bei phylogenetischen Untersuchungen dienlich sein können.

Aus dem Gesagten scheint mir übrigens hervorzugehen, dass bei der im Allgemeinen so grossen Gleichförmigkeit der Organisation der Stammbaum der Käfer vorläufig nur in den allgemeinsten Umrissen entworfen werden kann. Unter den Pentamera, deren vasa Malpighii überhaupt noch einfache Formen zeigen, sind bei nur wenigen Familien deren 2 Paare vorhanden und zwar haben sie auch nur bei den Silphidae, Malacodermata, Elateridae und den Dermestina noch freie, zu keiner Schlinge verbundene Enden aufzuweisen. Hier besitzen nun die Malacodermata die grösste Anzahl freier Abdominalringe, nämlich 7, und zugleich noch ebenso viele und weit von einander entfernte Bauchganglien. Somit darf man sie, was auch ihr Name befürwortet, unbedenklich als eine der ältesten Käferfamilien dem Protocoleopteron nahe stellen. Die gegenwärtig lebenden Arten zerfallen in 5 Gruppen, von denen die Lampyridae wegen ihrer Leuchtorgane, die Drilidae wegen der beim Weibchen fehlenden Flügel und die Melyridae durch die meist vorhandenen ausstülpbaren Carunkeln als abgeleitete Formen erscheinen, während die Telephoridae und Lycidae schon eher zu berücksichtigen sind.[1]) Namentlich zeichnen sich die letzteren dadurch aus, dass ihre Flügeldecken den Körper nicht umschliessen, sondern ihm nur aufliegen, auch wohl durch Längsrippen in Felder getheilt sind.

Mit den Malacodermata lassen sich wohl ohne grossen Zwang die Cyphonidae (mit gleichfalls 7 Abdominalganglien) vereinigen, welche häufig noch direct bei ihnen im Systeme untergebracht werden; doch erscheinen sie als ein ziemlich aberranter

[1]) Hier enden auch die vasa Malpighii noch frei, bei Malachius und Drilus hingegen schon nicht mehr.

Seitenzweig. Die Elateridae können gleichfalls auf ein hohes Alter Anspruch machen, wie dies ausser den frei endenden vier Malpighi'schen Gefässen [1]) auch die 8 Abdominalganglien beweisen; nur sind auch sie wieder in ihren jetzt lebenden Formen schon wegen des Schnellapparates als vielfach abgeändert zu betrachten. Dies gilt in noch höherem Maasse von den ihnen nahestehenden Cebrionidae. Die Buprestidae hingegen bilden in jeder Beziehung eine junge Familie, deren directe Ableitung von den Elateridae kaum möglich erscheint, so dass die Gruppe der Sternoxia als solche nicht haltbar ist. [2])

Mit den Malacodermata stehen ebenfalls in enger Verbindung die Cleridae, die jedoch in manchen Punkten schon bedeutende Veränderungen aufzuweisen haben. Ferner lassen sich von den ersteren, wie es scheint, abzweigen die Silphidae mit 6 freien Ventralringen, deren Bauchmark noch aus 7 Ganglien besteht und deren vasa Malpighii bei Silpha und Necrophorus die ursprüngliche Bildung gewahrt haben. Auch sind hier die Fühler zum Theile noch einfach fadenförmig, wie diejenigen der Malacodermata. Aus ihnen haben sich dann die Clavicornia entwickelt, die alle 6 Malpighi'schen Gefässe zeigen und deren Bauchmark höchstens 6 Abdominalganglien besitzt, während diese bei einigen Familien sogar sämmtlich verschmolzen sind. Vor der Hand

---

[1]) Nach Schiödte (On the classification of Buprestidae and Elateridae. Annals Mag. Nat. Hist. 1866 XVIII, p. 200) im Gegensatze zu Dufour, welcher je zwei in einander übergehen lässt. Ueberhaupt werden die Untersuchungen des letzteren Forschers immer nur bedingungsweise für richtig angesehen werden dürfen.

[2]) In dieser Beziehung stimme ich mit Schiödte überein, da er nachweist, wie die Elateridae und Buprestidae „with regard to development, structure and habits of life, appear as widely separated as two families can be" (p. 207). Will man also eine Art von Zusammenhang zwischen ihnen aufrecht erhalten, so kann dies nur so geschehen, dass man beide gemeinsam von den Malacodermata oder mit diesen zugleich von dem Protopentameron ableitet. Hierin wird man sich auch durch Roger, welcher nach wie vor an den Sternoxia festhält und sie für eine „durchaus natürliche Gruppe" ansieht, nicht irre machen lassen. Roger zeigt, dass die Eigenthümlichkeiten des Buprestidenflügels nur bei den auch sonst als typisch bezeichneten Prachtkäfern völlig ausgebildet sind und mehr und mehr schwinden, je näher in der gebräuchlichen Reihenfolge die einzelnen Genera den Elateriden zu stehen kommen; dies verträgt sich aber offenbar eben so gut mit einer Ableitung beider Familien von den Malacodermata, welche aus den angeführten Gründen wahrscheinlicher ist, als die Auffassung der Buprestidae als eines sehr modificirten Zweiges der Sternoxia.

scheint es mir aber nicht möglich, die vielen und zum Theil recht eigenthümlichen und an Artenzahl kleinen Unterabtheilungen, welche hier gemacht werden, phylogenetisch anzuordnen; doch lässt sich so viel sagen, dass die Silphiden selbst vielgestaltig genug sind, um die Ableitung sämmtlicher Clavicornia von ihnen für wahrscheinlich halten zu dürfen. In der Nähe der letzteren stehen noch die Brachelytra mit Malacodermen-Bauchmark und 4 vasa Malpighii. Die Verkürzung der Elytra ist allmählich vor sich gegangen und von einer Reducirung der Flügel, die aber durch Einschiebung neuer Gelenke immer gefaltet bleiben, begleitet gewesen. Den Uebergang zwischen ihnen und den Silphidae bahnen Necrophorus und ähnliche Formen mit schon leidlich kurzen Flügeldecken an, doch ist eine directe Ableitung von diesen 6 ringeligen Arten wegen der 7 freien Ventralringe nicht thunlich und so bleibt nur eine gemeinschaftliche Abstammung beider von den Malacodermata übrig. [1])

Unter den Lamellicornia mit nur 5 Ventralringen besitzen allein die Lucanidae, deren Fühler noch am wenigsten durchblättert erscheinen, eine Nervenkette mit 6 Abdominalknoten, während sonst bereits das eine grosse Ganglion auftritt. Die eigenthümliche Structur der Hoden, wie sie unter den Käfern nur noch bei den Carabidae und Dyticidae sich zeigt — zwei sehr lange, gewundene Schläuche in Knäuelform aufgerollt — deutet auf eine Verwandtschaft mit diesen. Man geht daher wohl nicht fehl, wenn man den starken und weit verzweigten Ast der Lamellicornia, von denen beispielsweise die Coprophaga jungen Datums sein müssen — durch die Lucanidae mit dem ebenfalls bedeutenden Aste der Carabidae in Verbindung bringt. Denn diese letzteren besitzen trotz der Vielen mangelnden Flugfähigkeit

---

[1]) Ich gerathe hierin einigermassen mit Roger in Widerspruch. Dieser lässt nämlich die Silphiden von den Staphylinen sich abzweigen und gibt den letzteren neben einem grossen Theile der Clavicornier als Stammform vermuthungsweise die Nitiduliden, während die Byrrhiden, Dermestiden und andere Familien direct zu den Malacodermata in Beziehung treten sollen. Ich begnüge mich damit, diese Ansicht Roger's hier wiederzugeben, da mir die nöthigen anatomischen Nachweise dafür oder dawider nicht zu Gebote stehen; immerhin ist namentlich in Betreff der Silphiden die Differenz nicht so gross, wie sie scheinen mag, weil ja auch Roger sie nicht von den echten Brachelytra, sondern von einer ihnen nahe stehenden, aber mit unverkürzten Flügeldecken versehenen Form wird ableiten wollen.

die Zeichen eines sehr hohen Alters in den 7 freien Ventralringen und 6 Abdominalknoten.

Von den Pentameren bleiben nun noch zu besprechen a) einige kleinere Abtheilungen von meist eigenthümlichem Bau, z. B. die Trichopterygii, Pselaphidae, Paussidae, Cucujini, von deren Anatomie aber herzlich wenig bekannt ist und die ich einstweilen als corps à sérier nicht weiter berühre, b) die Xylophagi (Anobium, Cis etc.) und c) die Wasserkäfer. Die Gruppe b gehört ihrer ganzen Organisation nach zweifellos zu den Malacodermata und kann also direct von ihnen abgeleitet werden; die 4 vasa Malpighii, 6 Abdominalganglien und 7 Hinterleibsringe sprechen wenigstens für ein sehr hohes Alter. Von den Wasserkäfern sind die Dyticidae als caraboide Käfer zu betrachten, welche sich bereits früh an den Aufenthalt im Wasser gewöhnten. Durch Anpassung besitzen sie Schwimmbeine, haben aber sonst nicht nur die Bildung der Mundtheile mit den Carabiden gemein, sondern auch die Zahl der Bauchringe, der Ganglienknoten und, wie schon bemerkt, die seltsame und seltene Form der Hoden. Auch die eigenthümliche völlige Verschmelzung der Enden der 4 vasa Malpighii in der Art, dass ein auf dem Enddarme gelegenes Kreuz gebildet wird, welches die Lumina aller 4 Harnorgane mit einander communiciren lässt, finde ich genau so bei Hydaticus und Acilius wieder, wie sie Sirodot [1]) für die Carabiden angegeben hat. Eben so stehen als eine sehr verbildete kleine Familie die Gyrinidae trotz ihres auf das Aeusserste zusammengezogenen Nervensystemes durch ihre 6 freien Ventralringe und einige sonstige Eigenschaften in der Nähe der Dyticidae, von welchen sie jedoch nicht direct abzuleiten sind. Die Hydrophilidae endlich haben ihre nächsten Verwandten auf dem Lande in den Sphaeridiidae unter den Palpicornia. Während aber die letzteren bereits vielfach nur noch 4 Ventralringe besitzen, haben jene im Wasser sich noch deren 7 zu bewahren vermocht; auch deuten die vasa Malpighii ein hohes Alter an, so dass eine directe Beziehung zu den Malacodermata recht wohl möglich ist. [2]) Zugleich mit den Palpicornia

---

[1]) Recherches sur les sécrétions chez les Insectes. Annal. Sc. natur. Zool. 1858 II, p. 259.

[2]) Wenn Roger auf dem Umstande fussend, dass „das Gangliensystem der landlebenden Palpicornier eine grössere Concentration zeigt, als das der wasserlebenden“ (l. c., p. 35) nun die ersteren von letzteren abstammen lässt und demzufolge eine Entwöhnung derselben vom Leben im Wasser annehmen muss, so vermag ich ihm nicht beizustimmen. Denn einmal ist diese Concen-

scheinen sich auch die Parnidae, deren Larven so überaus sonderbare Formen besitzen, abgezweigt zu haben.

Unter den nicht pentameren Käfern gibt es ebenfalls mehrere Familien, welche uns in mancher Beziehung recht ehrwürdig und altersgrau vorkommen; nur darf keine unter ihnen Anspruch darauf erheben, als die bejahrteste angesehen zu werden. Zu den Pentamera finden keine directe Beziehungen statt. Zwar macht Dufour darauf aufmerksam, dass in der Larve von Cetonia aurata die vasa Malpighii eine Anordnung besitzen, welche an die oben beschriebene der Apentamera erinnere, und Sirodot zeigt, dass ein Hinkriechen der Harnorgane unter der Muskelhaut des Rectums auch den Imagines von Melolontha etc. zukomme; doch rechtfertigt dies noch nicht den directen Anschluss an die Lamellicornia, sondern höchstens eine Ableitung von gemeinsamem Stamme. Was die Heteromera betrifft, so stehen der Urform vielleicht am nächsten die Vesicantia mit 7 und die Pyrochroidae mit 6 freien Ventralringen; indessen ist bei beiden Familien der Kopf durch einen deutlichen Hals vom Thorax abgesetzt, auch hat sich in der ersteren die Zahl der Abdominalganglien auf 4 verringert. Andererseits bleiben die Melasoma mit 8 Hinterleibsganglien und mit 5 Ventralringen, so weit sie nicht verkümmerte Flügel und verwachsene Elytra besitzen, durch die bei einzelnen Formen in der Vierzahl auftretenden vasa Malpighii dem ursprünglichen Verhalten eben so treu wie unter den Vesicantia Sitaris und gewiss auch noch andere Arten. Im Allgemeinen wird man also, da bei den Lagriariae, Mordellina, Pyrochroidae und Vesicantia der Körper weich ist, das Protheteromeron in die Nähe der Malacodermata setzen können und hiervon nach der einen Richtung die Melasoma, nach einer andern die Pyrochroidae und Vesicantia ausgehen lassen. Von jenen zweigen sich dann vielleicht die Melandryadae, Oedemeridae und Salpingidae ab, während sich zugleich mit den Pyrochroiden auch die Mordellina, La-

tration durchaus nicht so gross, da alle 5 Abdominalganglien noch deutlich von einander unterscheidbar sind, dann aber auch ist gar kein Grund dazu vorhanden, beide Familien nicht von einer ihnen gemeinsamen Stammform abzuleiten, welche noch das Land bewohnte. Ohnehin ist Sphaeridium in der jetzigen Gestalt seines Aufenthaltsortes wegen sehr jung, mag sich also vielerlei Eigenthümlichkeiten erst lange nach der Trennung seiner Vorfahren von dem gemeinschaftlichen Stamme erworben haben, während Hydrophilus als Wasserthier geringeren Anpassungen ausgesetzt war.

griariae und Rhipiphoridae[1]) von der Urform entfernt haben mögen. Genauere anatomische Untersuchungen bleiben aber noch abzuwarten, ehe man den einzelnen Familien einen festen Platz anweist.

In ähnlicher Weise sind die heutigen Tetramera und Trimera zwar stark modificirt, deuten aber durch einzelne Züge auf einen sehr entfernten Ausgangspunkt hin. Die höchste Zahl der freien Ventralringe zeigen die Endomychidae, nämlich 6. Auch das Bauchmark ist vielfach sehr zusammengezogen und weist z. B. bei den Curculionina nur noch 2 Thoracal- und einen Abdominalknoten auf. Doch finden sich bei dèn Longicornia noch 8 Abdominalganglien[2]), so dass man geneigt sein könnte, diese Familie als die älteste anzusehen, wenn dies nicht unter Anderen auch der wohl entwickelte Hals sammt den langen Fühlern verbieten würde, Merkmale, welche den Chrysomelina fehlen. An die Malacodermata erinnert nichts. Ehe ich aber die Stellung des Prototetrameron in Erwägung ziehe, muss ich die Ontogenese der Käfer besprechen, da sie einige wichtige Fingerzeige für die Verwandtschaft dieser Stammform darbietet.

Die embryonale Entwicklung ist von Kovalevsky an Hydrophilus und von Melnikow an Donacia studirt worden; alle übrigen in den Kreis der Untersuchung gezogenen Käfer sind mehr oder minder oberflächlich behandelt. Bei Hydrophilus bemerkt Kovalevsky 5 Fusspaare und 11 Abdominalstigmen, während die Larve nur 3 resp. 1 zählt, demnach eine bedeutende Modification durch ihre Anpassung an das Leben im Wasser erlitten hat. Die Käferlarven sind höchst mannigfaltig gestaltet und bieten ausser Formen mit vielen Stigmen auch solche mit nur wenigen dar. In dieser Hinsicht ist es nun von Interesse, dass zu denjenigen Larven, welche am Mesothorax ebenfalls ein Stigma tragen (vgl. p. 132), auch gehören diejenigen von Lycus, Lampyris, ferner die den Malacodermata nahestehenden Buprestis und Elater, und Eucinetus und Dascillus unter den Cyphonidae (vgl. p. 187). Dazu kommt, dass während die meisten Larven, weil sie im Dunkeln

---

[1]) Die Rhipiphoridae haben zum Theil noch 8 freie Ventralringe und lassen daher das Protheteromeron noch weiter zurücktreten, von welchem sie sich dann auch sehr früh entfernt haben müssen.

[2]) Nach Schiödte's eingehenden Untersuchungen (On the classification of the Cerambyces. Annals Mag. Nat. Hist. 1865 XV, p. 200). Blanchard gibt ausdrücklich nur fünf an, die freilich bis an das Ende des Hinterleibes reichen sollen.

leben, farblos sind, ausdrücklich für farbig erklärt werden diejenigen von den Telephoridae und Lampyridae unter den Malacodermata, von den Carabidae, Coccinae und Chrysomelina. Weil aber dieser Zustand, wie auch die Stigmenzahl darthut, der ursprüngliche und die Gewöhnung der Larven an das Leben in der Erde, in Holz, in Wasser etc. eine nachträgliche Erscheinung ist, so dürfen wir mit Recht auf die farbigen Larven grosses Gewicht legen. Demnach sind als Grundformen für die Pentamera

1) die Malacodermata (welchen die Heteromera nahe kommen),

2) die Carabidae s. ampl. (oder die Adephaga mancher Autoren) anzusehen. Für die Tetramera sind alsdann die Chrysomelina (vgl. p. 192) auch aus diesem Grunde die nächststehende Familie. Weil nun unter den Longicornia die Cerembycidae den Donacien unter den Chrysomelina nahe kommen, so darf man annehmen, dass sich der Ast der Tetramera gleich anfangs gabelig spaltete. Der Longicornierzweig leitet dann durch die Bruchidae zu den beiden, sehr abgeänderten Familien der Curculionina und Bostrichidae; von dem Chrysomelinenzweig trennten sich ebenfalls gleich zu Anfang die Coccinellina ab. Uebrigens ist es eben so gut möglich, dass die Trimera direct von der allgemeinen Stammform, dem Protocoleopteron, herrühren, wofür die sechs freien Ringe der Endomychidae zu sprechen scheinen. [1])

---

[1]) Zu Resultaten, welche in mancher Beziehung von den meinigen abweichen, gelangt Roger. Er ist dazu geneigt, die meisten Tetramera von den Lucaniden abzuzweigen, indem er die Prioniden als „Bildungscentrum" zu den Malacodermata in Beziehung setzt und nun von ihnen zwei Reihen ausgehen lässt: einerseits die Longicornia s. str., andererseits die Lucaniden, welche nicht nur den Lamellicorniern, sondern auch den Bostrichiden, Bruchiden und Rhynchophoren den Ursprung gaben. Letztere Ableitung geschieht übrigens von Roger „mit allem Vorbehalt und nicht auf Grund des Flügelgeäders." Wenn sich nun bei den Prioniden die charakteristische Hodenform der Lucaniden zeigte, was nach den Ergebnissen der Untersuchungen von Schiödte nicht der Fall ist, und wenn bei diesen die nämliche Anordnung der vasa Malpighii, wie sie die Heteromera aufweisen, sich vorfände, was nicht ermittelt zu sein scheint, so wäre nichts dagegen einzuwenden; einstweilen wird man gut thun, sich so unbestimmt wie möglich auszudrücken. Die Trimera stellt Roger durch ihre weichhäutigen Formen (Galeruca) direct zu den Malacodermata, was ebenfalls recht wohl thunlich ist. Völlig in Uebereinstimmung befinde ich mich hingegen mit ihm, wenn er sagt (p. 86): „... wir sahen, dass die dem System zu Grunde liegenden anatomischen Untersuchungen die natürlichen Verwandtschaften schon längst in den meisten Fällen so klar erkennen liessen, dass die Aufstellung des Stammbaumes

Zum Schlusse noch die Bemerkung, dass zwar die Entwicklung im Ei durch einen äusseren Keimstreif vor sich geht, indessen bei Telephorus, also einer uralten Form, nach Packard [1]) ein innerer Keimstreif vorhanden sein soll. Wenigstens heisst es (l. c., p. 9): „The development of the beetle, in its earliest stages, is of remarkable interest, since it differs from the other Coleoptera, whose development is known, in the primitive band [Keimstreif] floating in the centre of the yolk, instead of surrounding it.“ Dieser Keimstreif sei S-förmig und gelange später auf die Oberfläche des Dotters. Im Allgemeinen sind aber die embryologischen Beobachtungen Packard's so wenig genau und zuverlässig, dass man dieser Angabe nicht ohne Weiteres Glauben schenken darf.

Protocoleopteron: 8 freie Hinterleibsringe. Prothorax noch frei beweglich und Kopf in ihn eingesenkt. Beissende Mundtheile, ungleiche Flügelpaare. Nur noch 2 Ocellen. Beine mit 5 Tarsen. 3 Thoracal-, 8 Abdominalganglien. 4 vasa Malpighii. Beim Weibchen keine Legescheide. Entwicklung mit äusserem Keimstreif. Larven farbig, mit 3 Beinpaaren.

Hemiptera.

Ich charakterisire zunächst die Gruppe nach Ausschluss der ihr angehörigen Parasitenformen, der Pediculida, Mallophaga und Phytophthires. Der Kopf ist überall in den Thorax eingesenkt; der Prothorax bewegt sich frei am Mesothorax, die Zahl der freien Abdominalringe beträgt am Rückentheile höchstens 9, während am Bauche mehrere derselben völlig eingehen können. Was die stechenden Mundtheile betrifft, so hat die Unterlippe, welche zur

---

schliesslich nicht viel Anderes sein konnte, als genealogische Paraphrasirung des schon bestehenden natürlichen Systems, dessen ganzer Mangel einzig und allein in der durch die Catalogform bedingten linearen Aneinanderreihung der Familien lag.“ Die Systematiker von Fach haben eben bei der Zusammenfassung der einzelnen Genera zu grösseren Gruppen meist solche Charaktere gewählt, welche auch phylogenetisch stichhaltig sind, während allerdings die Anordnung dieser Gruppen vielfachen Wandelungen unterlag und auch unterliegen musste, so lange das Princip der Blutsverwandtschaft nicht anerkannt wurde.

[1]) Embryological studies on hexapodous insects. Memoirs of the Peabody academy of science I 3. 1872.

Rüsselscheide umgeformt ist, nach Schiödte [1]) bei allen Hemipteren ohne Ausnahme 4 Glieder; da indessen das Basalglied oft so sehr klein wird, dass es übersehen werden kann, so ist eine sich hierauf gründende Eintheilung mit eben demselben Rechte thunlich, wie die der Käfer nach den Tarsen. Man darf also nach wie vor zwischen Tetramera und Trimera oder Pseudotetramera unterscheiden. Die Anzahl der Stigmen ist bis vor wenigen Jahren auf die Autorität Dufour's hin völlig falsch angegeben worden, so dass die bereits citirte Arbeit von Schiödte viele Irrthümer auszurotten vorfand. Es hat sich herausgestellt, dass überall, sogar bei den Wasserwanzen, 10 Stigmen vorhanden sind; somit wird eine Verwerthung dieses Merkmals für die Phylogenie nur in Specialfällen von Nutzen sein können. In gleicher Weise sind die vasa Malpighii keinerlei Schwankungen in Bezug auf die Zahl und nur sehr geringen in der Anordnung unterworfen. Ein brauchbares Kennzeichen für den Verwandtschaftsgrad der einzelnen Familien unter einander würden allerdings die Stinkdrüsen abgeben, wenn nur nicht genaue Untersuchungen über diesen Punkt bis jetzt völlig mangelten. Namentlich würde der Nachweis darüber, in welchen Familien die Larven die von mir so genannten [2]) accessorischen Rückendrüsen besitzen (die bei den erwachsenen Thieren nicht mehr fungiren) und eine Erörterung der Frage, ob nicht vielleicht diese als ein Erbtheil vom Protheteropteron aufzufassen seien, die der Imagines hingegen Neubildungen vorstellen, von grosser Bedeutung sein können. In Bezug auf die Speicheldrüsen habe ich schon oben die gänzliche Unbrauchbarkeit der bisherigen Angaben wahrscheinlich gemacht. Somit bleiben, da auch das Bauchmark grosse Constanz zeigt, eigentlich nur wenige Organisationspunkte zur phylogenetischen Verwendung übrig, und da zuverlässige Specialarbeiten über physiologisch unwichtige Organe vor der Hand gänzlich fehlen, so lässt sich das Verhältniss der einzelnen Familien zu einander einstweilen nur höchst problematisch darstellen. [3])

---

[1]) On some new fundamental principles in the morphology and classification of Rhynchota. Annals and magazine of natural history. 4. Ser. VI 1870, p. 225—249.

[2]) Anatomie von Pyrrhocoris apterus.

[3]) Die Systematiker von Fach sind eben jetzt bei der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit von Formen in Betreff brauchbarer Unterscheidungsmerkmale sehr übel daran und haben, um mit Schiödte (l. c, p. 230) zu reden, die Eintheilung so weit getrieben, dass ihr Bemühen zu dem selbstmörderischen

Was vorerst die Heteroptera angeht, so sind als abgeleitete Formen eo ipso anzusehen die im Wasser lebenden Hydrocores; von den übrigen gelangen zunächst in Wegfall die Reduvini wegen ihres halsartig abgeschnürten Kopfes, die Pentatomidae (Scutati) wegen ihres kolossalen Schildchens und die Membranacei wegen der „dreigliedrigen" Rüsselscheide, so dass nur zwischen den Coreodes, Lygaeodes und Capsini zu wählen bleibt. Von diesen lässt sich nun allerdings vor der Hand nicht mit Bestimmtheit eine Familie als die älteste bezeichnen. Von den Coreodes scheinen sich nach der einen Richtung hin die Scutati, nach einer andern die Membranacei (welche übrigens sehr differente Formen enthalten und vielleicht ganz anders zu gruppiren sind), nach einer dritten die Reduvini und gleichzeitig mit ihnen die Ploteres und Nepini s. str. abgezweigt zu haben. Die Capsini leiten hingegen wohl zu den Galgulini, den Belostomata und Naucorides, und den Notonecti über. Sonach scheint die Anpassung an das Leben im Wasser an zwei verschiedenen Punkten stattgefunden zu haben; eine Erscheinung, die nicht mehr auffallen wird, wenn man an die Hydrophilidae und Dytiscidae unter den Käfern denkt. In der That haben, wie Schiödte darthut, die früher stets zusammengeworfenen Nepae und Belostomata nicht mehr Gemeinsames, als die genannten Wasserkäfer unter sich auch aufweisen können; die Verwandten aber der ersteren wird man bei den Coreodes, die der zweiten bei den Capsini zu suchen haben.

Unter den Homoptera kommen zunächst in Frage nur die Cicadae s. ampl. und unter diesen sind jedenfalls als secundäre Typen zu betrachten die Fulgorina und Membracina. Daher kann man die Stridulantia als eine derjenigen Formen auffassen, die dem Prothomopteron möglichst nahe kommen, wofür auch der einfache Prothorax spricht. So muss man auch mehr oder weniger direct von diesen, aber gewiss nicht von den Cicadellina die Phytophthires ableiten, welche in der Anzahl der Ocellen

Resultate geführt hat, nahezu jede Art als Gattungstypus hinzustellen. Schiödte's Versuch, durchgreifende und physiologisch begründete Merkmale zu liefern — er baut sein System vorwiegend auf die Art der Nahrungsaufnahme und die damit im Zusammenhange stehenden morphologischen Aenderungen des Körpers, namentlich aber der Vorderhüften — ist nun freilich vom phylogenetischen Standpunkte aus nicht als gelungen zu betrachten, liefert aber in Bezug auf einige Familien wichtige Nachweise, welche auch für die vorliegende Arbeit von Nutzen sind.

und der Fühlerglieder Jenen, nicht Diesen nahestehen. Ein unmittelbarer Zusammenhang dieser Familien findet natürlich nicht statt.

Die Ontogenese ist nur wenig gekannt. Von den echten Homoptera ist keine Art, von den Heteroptera sind nur Hydrometra und Corixa untersucht worden, dagegen wurden die Aphiden, ferner Aspidiotus und Lecanium, auch Psylla von Huxley, Metschnikoff, Brand und Balbiani mehr oder weniger eingehend behandelt. Die Entwicklung geschieht bei allen genannten Arten mit innerem Keimstreife und verläuft im Grossen und Ganzen in ziemlich gleicher Weise; einige Eigenthümlichkeiten scheinen indessen bei den Aphiden im Zusammenhange mit ihrer absonderlichen Fortpflanzungsweise Platz zu greifen. Hervorstechend ist schliesslich bei der Ontogenese der Hemipteren der Umstand, dass die im Embryo vorhandenen Mundtheile, welche auf die gewöhnliche Art entstanden sind, mit Ausnahme des zweiten Maxillenpaares durch eine Häutung in Wegfall kommen und durch besondere, aus „retortenförmigen Organen“ gebildete Stilette ersetzt werden, die zeitlebens persistiren. Dies gilt mit Sicherheit von Aphis, Aspidiotus und Psylla, sonach von den als Homopteren angesprochenen Phytophthires, während es bei den untersuchten Heteropteren nach Metschnikoff's ausdrücklicher Behauptung nicht der Fall sein soll. Hingegen finde ich bei Pyrrhocoris, dass diese retortenartigen Organe bereits im Embryo angelegt werden, in der Larve noch eine Zeit lang in Zusammenhang mit den fungirenden Kiefern verharren und erst nach der ersten Häutung an Stelle der nunmehr abgeworfenen in Thätigkeit treten. Hieraus darf man den gewiss berechtigten Schluss ziehen, dass die Homoptera und Heteroptera hinreichend nahe mit einander verwandt sind, um gemeinschaftlich als Hemiptera bezeichnet zu werden. Das Prothemipteron besass demnach die geschilderte Eigenschaft in der Bildung der Mundtheile jedenfalls; die niedriger stehenden Homoptera haben sie getreulich bewahrt und auch unter den höheren Heteroptera hat erst die Anpassung an das Leben im Wasser eine solche Kürzung der Ontogenese eintreten lassen, dass das Stadium provisorischer Kiefer einfach übersprungen wird.

Bei den Pediculidae und Mallophaga, also den von der Besprechung bis jetzt absichtlich ausgeschlossenen echten Parasita liegen die Verhältnisse ähnlich: die zweiten Maxillen werden noch regelrecht zur Unterlippe [1]), fallen aber dann, wie auch die andern

[1]) Melnikow, l. c., p. 178 ff.

sich rückbildenden Mundtheile, schon im Ei durch eine Häutung ab, „der zur Rinne gestaltete Vorderkopf bildet die Scheide des Rüssels" und so muss der Rüssel der Pediculiden „wie auch die Saugröhre der Mallophaga als Bildung der Mundhöhle angesehen werden" und der Saugapparat kommt „ohne Beihülfe der Kopfsegmente zu Stande". Hieraus geht hervor, dass diese beiden Parasitenklassen, welche ohnehin im Uebrigen die Hemipteren-Entwicklung zeigen, auch wirklich hierher zu rechnen sind; ob sie indessen den Homopteren oder den Heteropteren näher stehen, lässt sich nicht bestimmen. Jedenfalls muss aber ihre Abzweigung von dem Reste der Halbflügler mit Rücksicht auf das 8—9 ringlige Abdomen der Mallophaga und das 9ringlige der Pediculidae schon sehr früh geschehen sein, und gewiss eher, als überhaupt die Trennung zwischen den beiden grossen Gruppen erfolgte. Die jetzt noch lebenden Homopteren haben sich von ihrem Specialstamminsekt ohne Ausnahme weit entfernt; dies gilt selbst von den Stridulantia, wie schon der Name besagt, obgleich diese kleine Gruppe wohl am Wenigsten von Allen abgeändert wurde. Mit Rücksicht hierauf sind denn auch die Phytophthires von einer zwischen dem Prothomopteron und der Cicada stehenden ausgestorbenen Form abzuleiten. Offenbar sind unter ihnen die Psyllodes dem Einflusse des Parasitismus nur wenig zugänglich gewesen, während die Aphidina und noch mehr die Coccina durch Schmarotzerthum rückgebildet sind und daher ähnliche Erscheinungen darbieten, wie die weit von ihnen entfernten Läuse und Pelzfresser.

Prothemipteron: 9 freie Hinterleibsringe. Prothorax noch frei beweglich und Kopf noch nicht wendbar. Mundtheile stechend. Flügelpaare gleich. 3 Ocellen. An den Beinen nur 3 Tarsen. Nur 2 Thoracal-, kein Abdominalganglion, aber zwei einfache Längsstämme im Abdomen. 4 vasa Malpighii. Weibchen mit Legescheide. Entwicklung mit innerem Keimstreife, Larve mit nur 3 Beinpaaren.

Ueberblicken wir, nachdem wir so bereits fünf Ordnungen eingehend besprochen, die noch übrigen Insekten, so zeigt es sich, dass zur Zeit eigentlich nur ein einziger Charakter im Stande ist, uns über den grösseren oder geringeren Verwandtschaftsgrad der restirenden Gruppen, wie sie von den Autoren ganz verschieden geordnet werden, im Allgemeinen eine Anschauung zu verschaffen. Wir finden nämlich die Anzahl der vasa Malpighii entweder sehr gross, oder sehr gering (4, 6, 8) oder keins von beiden, nämlich wischen 20—50, und können hiernach unterscheiden:

1) Insekten mit sehr vielen Malpighi'schen Gefässen: Orthoptera genuina,

2) mit einer Mittelzahl: Amphibiotica und Forficulina,

3) mit nur wenigen und zwar

a) mit 6: Termitina (?), Panorpidae, Sialidae [1]), Phryganidae

b) mit 8: Megaloptera, Sialidae

c) mit 4: Thysanoptera, Psocina.

Wir müssen nun zusehen, ob dieser mit Hinblick auf These 5 (vgl. p. 148) durchgeführten Anordnung auch wirklich natürliche Beziehungen zu Grunde liegen.

Unter den Orthoptera genuina, an deren Zusammengehörigkeit wohl nicht zu zweifeln ist, sind die Phasmodea und Mantodea in ihrer heutigen Gestalt eben so sicher junge Formen wie die Saltatoria mit ihren Spring- resp. Grabbeinen. Somit scheinen die Blattina für die ältesten Repräsentanten dieses Stammes gelten zu sollen. Dass aber auch sie sich bereits weit von dem Protorthopteron entfernt haben, zeigen ihre 9—10 Hinterleibsringe, während bei den Saltatoria noch alle 11 vorhanden sind. [2]) Somit werden wir von der Grundform aus einen Seitenzweig als Cursoria aufführen und den eigentlichen Stamm sich in die Saltatoria fortsetzen lassen. Unter den Ersteren sind die Phasmodea durch Anpassung (Mimicry) offenbar in einem höheren Grade entstellt worden, als die Mantodea. Was die Springer angeht, so hat neuerdings V. Graber [3]) zu zeigen versucht, dass die Locustina „die modificirten Nachkommen einer den Achetiden näher verwandten Gradflüglersippe sind." Er weist nämlich nach, dass ursprünglich beide Flügeldecken eine Schrillader besassen und nach Belieben zur Erzeugung von Tönen gebraucht wurden, wie dies bei den Achetidae auch jetzt noch geschieht, während bei den Locustina nur die linke benutzt wird. Doch verbietet dieses Factum nur die directe Ableitung der Grabheuschrecken von den Laubheuschrecken, während sich von der gemeinschaftlichen Stammform gerade die ersteren bei Weitem

[1]) Nach Fr. Brauer, Beiträge zur Kenntniss des innern Baues und der Verwandlung der Neuropteren (Verhandl. zool. bot. Gesellsch. Wien 1855, p. 701—26, 777—86) hat Corydalis 8 vasa Malpighii.

[2]) Im Einklange hiermit haben die letzteren noch 6 Abdominalganglien, die ersteren nur 5.

[3]) Tonapparat der Locustiden, ein Beitrag zum Darwinismus. Zeitschr. wiss. Zool. 1872, p. 100 ff.

mehr entfernt haben, als die letzteren. Somit trennten sich die Gryllodea bereits früh vom Saltatorieraste und dieser fand sein Ende in den Locustina. Für diese Auffassung spricht auch der Umstand, dass die Anzahl der Magenblindsäcke [1]) bei den genannten Familien nur zwei, bei den Mantodea, Blattina (ob auch den Phasmodea?) und Acridioidea hingegen 6—8 beträgt. Hiernach erhalten auch die letzteren ihre Stellung angewiesen.

Die Ontogenese der Orthoptera ist bis dato überhaupt nicht eingehend behandelt worden, obwohl interessante Ergebnisse nicht ausbleiben können. Von älteren Autoren hat nur Rathke einige Beobachtungen an Blatta und Gryllotalpa angestellt, die ich schon oben anzuführen Veranlassung hatte. Hier erwähne ich noch vor Allem, dass die Entwicklung mit äusserem Keimstreife geschieht, was namentlich klar aus einer Stelle [2]) hervorgeht: „Um den Dotter herum bildet sich darauf der Embryo, so dass jener in diesen zu liegen kommt.“ Ferner wird über die Blindsäcke bemerkt, dass sie bei Blatta erst „gegen Ende des Fruchtlebens“ [3]) entstehen und bei Gryllotelpa überhaupt im Embryo nicht vorhanden sind, vielmehr erst in der Larve auftreten.

Was die Forficulina betrifft, so sind diese zwar in mancher Beziehung sehr abgeändert und durch Anpassung von ihrer früheren Form abgewichen, haben sich aber noch einige Züge von hohem Alter zu bewahren gewusst. So besitzen sie noch 9 Abdominalsegmente und 6 in ihnen gelegene Ganglienknoten, dagegen haben sie bereits einen frei wendbaren Kopf erlangt, auch ist die Zahl ihrer vasa Malpighii auf über 30 gestiegen. Magenblindsäcke, wie die echten Orthoptera sie zeigen, kommen bei ihnen nicht vor. Man wird sie nach allen diesen Angaben nur als eine für sich bestehende Gruppe auffassen dürfen, welche freilich wegen der Bildung der Mundtheile in die Nähe der Geradflügler zu setzen sein wird. Ob sie mit diesen einen gemeinschaftlichen Vorfahr in dem Protorthopteron besassen, erscheint zum Mindesten fraglich; jedenfalls ist aber ihre Abtrennung von den Uebrigen schon äusserst früh vor sich gegangen. Sonach nehmen sie den echten Orthoptera gegenüber dieselbe Stellung ein wie die Pulicina bei den Diptera. Dass die Verwandtschaft mit den

---

[1]) Nach Basch gehören sie bei Blatta ihrem Bau zufolge zu dem eigentlichen Magen (l. c., p. 251).

[2]) Gryllotolpa, p. 28.

[3]) l. c., p. 377.

Brachelytra unter den Käfern nur Schein ist, geht daraus hervor, dass man diese Kurzflügler, wie bereits oben dargethan ist, von Formen mit normalen Flügeldecken ableiten muss.

Nach den Untersuchungen von Meinert[1]) scheint Forficula zuweilen schon im Ei eine Häutung durchzumachen. Weitere Beobachtungen über Ontogenese liegen nicht vor.

Protorthopteron: 11 freie Hinterleibsringe. Prothorax frei beweglich und Kopf noch nicht wendbar. Beissende Mundtheile. Flügelpaare ungleich. 3 Ocellen. Beine mit 5 Tarsen. 3 Thoracal-, 7 Abdominalganglien. Viele vasa Malpighii. Weibchen mit Legescheide. Entwicklung mit äusserem Keimstreife. Larven farbig, mit 3 Beinpaaren, der Imago sehr ähnlich.

Die Amphibiotica zerfallen in die drei Familien der Ephemeridae, Perlidae und Libellulidae. Die freien Hinterleibssegmente sind noch typisch bei den Erst- und Letztgenannten, hingegen auf 10 verringert bei den Perlariae. Von Abdominalganglien besitzen diese 8, die Eintagsfliegen 9 und die Wasserjungfern 7, doch sind diese Angaben nicht ganz zuverlässig. In der Bildung der Mundtheile sind offenbar die Libellulidae dem Protentomon näher geblieben, als die beiden andern Familien. Berücksichtigt man ferner noch die Anzahl der Tarsen, welche nur bei den Ephemeridae noch 4—5 beträgt, während sonst die Beine trimer sind, so wird man mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen können, dass die Ephemeridae sich von dem Protamphibion bereits sehr früh abtrennten und sich durch Anpassung stark verändert haben, indess sich die Perlidae später abzweigten und ebenfalls, durch besondere Vorliebe für das Leben am Wasser, erhebliche Modificationen erlitten. Hier tragen sogar die Imagines Kiemen, wie aus den bereits angeführten Untersuchungen Gerstäcker's hervorgeht, in grösserer Ausdehnung, als man früher für möglich gehalten. Die Libellulidae endlich setzen den Stamm der Amphibiotica fort und bilden eine vorzüglich durch sexual selection reich verzweigte Krone desselben.

Die Ontogenese hat durch die Entwicklung im Wasser viele und bedeutende Beeinflussungen erlitten. Die Untersuchungen Brandt's an Calopteryx und Agrion [die von Packard an Perithemis und Diplax sind ohne jegliches Interesse] weisen zwar die Entwicklung mit innerem Keimstreife nach, entbehren aber aller und jeder Angabe über histologische Verhältnisse und die Bildung

[1]) l. c., p. 482.

namentlich der Respirationsorgane. Die Larven sind mit Bezug auf diese selbstverständlich im Allgemeinen secundär, haben aber, wie es scheint, auch primär auftreten können und so Kiemen in der Imago erzeugt bei einigen Perliden. Bereits jetzt, wo noch Details nirgends bekannt sind, lässt sich eine vollständige Stufenleiter dieser Anpassungen herstellen von den Larven ohne Kiemen — die meisten Perliden — durch die mit 6 quastenförmigen Kiemen, welche in ihrer Lage den Thoracalstigmen entsprechen — Perla — bis zu den mit 6 Kiemen am Prothorax versehenen — Nemura — welche dann auch in der Imago persistiren, obwohl sie (nach Gerstäcker's Experimenten zu schliessen) nicht mehr benutzt werden. Die Darmathmung bei Libellulidae-Larven ist durch Anpassung nach einer andern Richtung entstanden und hat später wahrscheinlich zur Bildung der Abdominalkiemen geführt. Ist die Angabe von E. Oustalet [1]) richtig, dass die Nymphen und Imagines von Aeshna und Libellula an Stigmen nur zwei Paar thoracale, aber keine abdominale besitzen, so ist auch hier ein Einfluss der Larvenanpassung auf das vollendete Insekt zu constatiren. Eine enorme Umbildung, wie sie vielleicht bei den Insekten einzig desteht, hat die als Prosopistoma bezeichnete und wegen ihrer äusserlichen Aehnlichkeit mit den Krebsen auch früher zu diesen gerechnete Ephemerinen-Larve erlitten. Bei ihr sind nämlich die drei Nota mit den fünf ersten Tergiten zu einem zweiklappigen Schilde verwachsen, welches fünf Paar Anhäufungen von fadenförmigen Tracheenkiemen bedeckt. Von Interesse ist es, dass auch nur 4 vasa Malpighii vorkommen. [2]) Ein weiteres Eingehen auf alle diese Verhältnisse bleibt aber so lange nutzlos, als die Ontogenese noch nicht genauer bekannt ist.

Protamphibion: 11 freie Hinterleibsringe. Prothorax noch frei beweglich und Kopf noch nicht wendbar. Beissende Mundtheile; gleiche Flügelpaare. 3 Ocellen. Beine mit 5 Tarsen. 3 Thoracal- und 9 Abdominalganglien. 20 - 50 vasa Malpighii. Legescheide fehlte. Entwicklung mit innerem Keimstreife, Larven mit 3 Beinpaaren, der Imago ähnlich.

Es wird jetzt möglich werden, auch die noch übrigen Insekten, welche alle nur 4 – 8 vasa Malpighii besitzen, ihrer Verwandtschaft

---

[1]) Respiration chez les nymphes des Libellules. Annal. Sc. nat. 1869, Zool. I, p. 377.

[2]) Vgl. N. et E. Joly, sur le prétendu crustacé etc. Annal. Sc. natur. 1872 Zool. II. Nr. 7, Tab. XIII.

gemäss zu gruppiren. Die Zahl der freien Hinterleibsringe ist im günstigsten Falle 10 (Phryganiden), beträgt aber meist nur 8 oder 9. Gleicherweise hat das Nervensystem 3 Thoracal- und 8 Abdominalganglien bei der erstgenannten Familie, dagegen nur einen einzigen grossen Knoten bei den Strepsiptera. Auch die Tarsenzahl schliesst sich im Allgemeinen dieser Stufenfolge an. Nehmen wir zunächst alle Pentamera, welche wir als die ursprünglichsten Formen ansehen dürfen. Sie zerfallen in zwei grosse Gruppen: Trichoptera und Planipennia. Von den drei Familien der letzteren sind die Panorpina mit ihren 8 zum Theil abnormen Hinterleibsringen und dem schnabelförmigen Kopfe offenbar weit von der Stammform entfernt. Ein Gleiches lässt sich von den Megaloptera sagen, wie die Verkürzung des Abdomens auf 8—9 Ringe und die abweichende Zahl der Ganglienknoten (10 statt 11) und der vasa Malpighii (8 statt 6) beweist. Andererseits haben gerade die Panorpina nur zwei Hodenschläuche, die übrigen Planipennia hingegen viele und wiederum sind allein von Allen die Sialidae mit vielen Ovarien versehen, während sonst 20 die constante Zahl ist. Hiernach zu urtheilen haben die Phryganiden mit 10 freien Metameren die Charaktere des Protoneuropteron am Getreuesten bewahrt, aber die übrigen Familien sind auch schon in sehr früher Zeit von einander und von den Trichoptera losgerissen worden. Wir werden also den Stammbaum der Neuroptera sich gleich über der Wurzel in zwei Aeste theilen lassen, von denen der eine durch Anpassung an das Leben im Wasser analog den Ephemeriden [1]) sich wesentlich modificirt hat, indess der andere gerade in diesen Punkten der Urform näher blieb. Der ringförmige Prothorax der Phryganiden und dieselbe Verkümmerung der Mundtheile findet sich bei den Strepsipteren wieder, deren Abdomen allen Einflüssen des Parasitismus zum Trotz wenigstens beim ♂ noch 9 freie Hinterleibsringe aufweist, obwohl freilich das gesammte Bauchmark sich zu einem Knoten vereinigt. Sonach kann man vorläufig, bis genauere Angaben über die Anatomie, namentlich in Betreff der Malpighi'schen Gefässe, vorliegen, die Fächerflügler vielleicht als eine sich frühzeitig von den Phryganiden abtrennende Familie ansehen. Ueber den Grad dieser Verwandtschaft gibt übrigens die Ontogenie um deswillen keine Auskunft, weil sie noch nicht darum befragt worden ist.

[1]) Rückbildung der Kauorgane!

Die Entwicklung der Trichoptera s. str. geht nach Zaddach[1]) sowie nach den dürftigen Angaben von Kovalevsky über Phryganea und von Melnikow über Mystacides mit äusserem Keimstreife vor sich. Bei den Planipennia liegt nur eine ungenaue Notiz von Packard über Chrysopa vor, welche nicht recht recht verständlich ist, doch zeigen die Figuren deutlich den äusseren Keimstreif. Die ältere Arbeit von Hagen[2]) über Osmylus gibt gleichfalls einen äussern Keimstreif an, ohne dass seine für die Metamorphologie werthvollen Untersuchungen für unseren Zweck sonst noch viel Brauchbares enthielten. Er bemerkt, am Embryo trage jeder der neun Hinterleibsringe ein Stigma, so dass also, da er der Larve nur acht zuschreibt, das letzte ähnlich den Verhältnissen bei Hydrophilus später nicht mehr functionirt.

Protoneuropteron: 10 freie Hinterleibsringe. Prothorax noch frei und Kopf noch nicht wendbar. Beissende Mundtheile. Flügelpaare gleich. 3 Ocellen. 5 Tarsen. 3 Thoracal-, 8 Abdominalganglien. 6 (vielleicht 4) vasa Malpighii. Keine Legescheide. Entwicklung mit äusserem Keimstreife. Larven mit 3 Beinpaaren, der Imago ähnlich.

Nachdem wir so die Neuroptera in ihrem gegenwärtig wohl meist angenommenen Umfange als eine leidlich homogene Gruppe nachgewiesen haben, handelt es sich darum, dem an Zahl verschwindend kleinen Reste der Insekten gerecht zu werden. Hat es sich aber bereits von den Orthopteren an immer deutlicher gezeigt, dass wir es, je weiter wir in unsern Betrachtungen vorwärts schreiten, mit stets ungewisseren Elementen zu thun haben, deren richtige Würdigung im phylogenetischen Sinne zur Zeit kaum angestrebt werden kann, so wird uns bei den Termitina und noch mehr bei den Corrodentia und Thysanoptera die Schwierigkeit, schon jetzt definitiv über die Stellung dieser Familien unter sich und zu den Specialstamminsekten zu entscheiden, erst recht einleuchten. Was zunächst die Termitina angeht, so unterliegt es sicherlich keinem Zweifel, dass sie in ihrer gegenwärtigen Gestalt schon mit Rücksicht auf ihr sociales Leben jungen Datums sind; dagegen deuten die 9 freien Hinterleibsringe und die noch völlig typischen zweiten Maxillen auf ein hohes Alter. Fritz Müller, dem wir gerade in jüngster Zeit sehr er-

---

[1]) Entwicklung des Phryganideneies. Berlin 1854.

[2]) Entwicklung und innerer Bau von Osmylus. Linnaea entomologica 1852 VII, p. 368—418, Tab. 3 und 4.

wünschte Aufschlüsse über einige wichtige Punkte in der Anatomie dieser Thiere verdanken geht sogar noch weiter und sieht in den Larven derselben gewissermassen das Protentomon verkörpert. Er meint[1] von Calotermes [illegible] Hag. und rugosus Hag., es seien „zwei merkwürdige, nahe verwandte Arten, deren sehr eigenthümliche jüngste Larven uns vielleicht in ähnlicher Weise die älteste noch lebende Insektenform zeigen, wie der Nauplius die älteste Crustaceenform" und äussert sich in seiner neuesten Publication[2] noch bestimmter, indem er sagt: „Denn ist schon Calotermes eine der ältesten, vielleicht geradezu die älteste unter den jetzt lebenden Insektengattungen, so würde das etwa in ihren Jugendzuständen erhaltene Bild ihrer Vorfahren eine ähnliche Bedeutung für die Klasse der Insekten beanspruchen dürfen, wie Nauplius für die Crustaceen." Daraufhin hat Fritz Müller diese Larven einer genauen anatomischen Untersuchung unterworfen, deren Resultate in Bezug auf Flügelbildung wir schon oben (p. [illegible]) benutzt haben. Hier interessiren uns namentlich die Angaben über die vasa Malpighii und zwar vorerst auch nur bei den Imagines. Während nach Lespès[3] sich bei Termes lucifugus 8 Harngefässe vorfinden, hat Calotermes nach Müller 6 oder 8, und „bei vielen Arten von Termes und ebenso bei Eutermes und Anoplotermes bleibt die Zahl der Harngefässe [illegible] auf 4 beschränkt." Sonach zeigen auch in diesem wesentlichen Merkmale die Termiten im Allgemeinen noch den Urzustand und stehen somit dem Protentomon sehr nahe. Aber gerade wegen dieses Umstandes wird man sie [illegible] mehr als eine [illegible] Ordnung auffassen müssen, [illegible] von dem gemeinsamen Stammstamme [illegible]

Die Psociden und Embiden, [illegible] zusammengefasst, [illegible] zeige so gut wie gänzlich [illegible] Psocus 4 freie vasa Malpighii [illegible]

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Termiten. Jenaische Zeitschrift [illegible] p. 336.

[2]) Fortsetzung der [illegible] Jenaische Zeitschrift [illegible] p. 241-64, Taf. X–X[illegible]. [illegible]

[3]) Recherches sur l'organisation [illegible] Annales Scienc. natur. [illegible]

[4]) Ueber die Eingeweide der [illegible] IV 1821, p. [illegible]

suchungen in der Literatur vorgefunden. Bis diese vorliegen, wird man gut thun, die Stellung dieser beiden Familien unentschieden zu lassen. Ein relativ hohes Alter wird ihnen übrigens durch das 8—9ringlige Abdomen in Verbindung mit gleichartigen Flügelpaaren bezeugt. Die Thysanoptera endlich weisen gleichfalls noch 9 Hinterleibsringe auf, gehören aber sonst wohl in die Nähe der Hemiptera; wenigstens stehen sie ihnen in der Bildung der Mundtheile näher als irgend eine der betrachteten Klassen. Enorme Abweichungen sind natürlich auch hier zu verzeichnen, lassen sich aber vorläufig in ihrem Werthe noch nicht beurtheilen.

Die flüchtige Behandlung der erwähnten Familien, welche man als Ueberbleibsel einer früheren Epoche der Erdgeschichte besonders genau studiren müsste, rechtfertigt in etwa der Eifer der Embryologen, über die Ontogenese derselben so gut wie nichts zu sagen. Von Termes behauptet Metschnikoff [1]), es treten im Bereiche des Hautfaserblattes „urwirbelartige Körper" auf. Hieraus lässt sich auf eine Entwicklung mit äusserem Keimstreife schliessen. Ueber die Ontogenese der Thysanopteren liegen Mittheilungen Ulianin's [2]) vor, welche darthun, dass sich bei Thrips und Phloeothrips ein innerer Keimstreif zeigt und demzufolge auch eine spätere Umwälzung des Embryo und eine Schliessung seines Rückentheiles durch die äussere und innere Hülle statthat. Dies Verhalten spricht ebenfalls sehr für den engen Zusammenhang der Blasenfüsse mit den Halbflüglern.

Der generelle Stammbaum [3]) der Insekten ist zunächst mit Rücksicht auf den Modus der Ontogenese construirt worden. Hiernach sind die Gruppen mit innerem Keimstreife: Amphibiotica und Hemiptera von den übrigen Insekten abgetrennt und zwar auf Grund des allgemeinen Körperbaues schon an der Wurzel. [4])

---

[1]) Myriapoden, p. 277.

[2]) Untersuchungen über die Entwicklung der Physapoden. Moskau 1874. Die russisch geschriebene Arbeit ist mir nur zugänglich durch das dankenswerthe Referat von Hoyer in Hofmann und Schwalbe's Jahresbericht f. 1874, p. 392—395. Ueber die Bildung der einzelnen Organe scheint Ulianin keine Angaben gemacht zu haben.

[3]) Ich bemerke ausdrücklich, dass ich hiermit nur eine erste Aufstellung desselben versuche, die als solche äusserst hypothetisch sein muss, immerhin aber einigen Nutzen haben wird.

[4]) Ob die Berücksichtigung der Keimstreifform wirklich in dem Maasse zulässig ist, stelle ich in Frage. Dies thue ich namentlich deswegen, weil ich

Im Uebrigen leiteten hauptsächlich die schon oben (p. 128) dargelegten Erwägungen, denen zufolge es lediglich darauf ankommen muss, zu sehen, was sich überhaupt noch von dem Protentomon in den Specialstammformen erhalten hat, nicht aber, wie weit die Abänderung derselben gediehen ist. Ich habe daher nächst der Ontogenese mein Augenmerk auf die Zahl der Hinterleibsringe und der vasa Malpighii gerichtet, indem ich mir sagte, es liege kein Grund vor, eine Verkürzung und nachherige Verlängerung des Abdomens irgendwo a priori anzunehmen, vielmehr müsse man, falls nicht die schlagendsten Beweise des Gegentheils vorlägen, an eine stetige Verkürzung, geschehe sie auch nur im Interesse der Bewegungsfähigkeit, denken. Von den vasa Malpighii aber scheint mir festzustehen, dass sie ein der Anpassung wenig unterworfenes Organ sind, da die Excretion im Wesentlichen bei allen Insekten eine annähernd gleiche sein wird. So ist eine Vermehrung ihrer Zahl wie bei den Orthoptera zugleich mit einer enormen Verkürzung der einzelnen Schläuche verbunden und so wird auch die ganze Abänderung, welche sie erfahren haben, wohl nur eine Wirkung der correlation of growth gewesen sein.

---

auf Grund der Arbeit von Chun über die Rektalpapillen, wie schon oben angedeutet, die morphologische Gleichwerthigkeit aller dieser Gebilde von Neuem nachgewiesen sehe. Nun hat Chun durchaus nicht den Beweis dafür geliefert, dass diese boutons charnus das sind, wofür er sie ausgibt, nämlich Drüsen, hat im Gegentheil durch seine Angaben dafür gesorgt, dass man sie mit Leydig jetzt erst recht als physiologisch fragwürdig bezeichnen muss. Erfüllen aber dieselben Organe bei den Larven der Libellen u. s. w. ihren Zweck als Darmkiemen, was zweifelsfrei dasteht, so wird man dazu geführt, sie für wahre Homologa der Rektalpapillen zu halten und anzunehmen, dass diese eigenthümliche Localisirung des Darmepithels nur Einmal und zwar bei den Imagines zuerst auftrat und sich später bei den ohnehin in vielen Punkten nachweisbar secundären Larven der Libellen dem Zwecke der Athmung anpasste. Hiermit würde auch der Umstand gut zu vereinigen sein, dass bei den Schmetterlingsraupen u. s. w. als im Allgemeinen palingenetischen Larven diese Organe fehlen, während die Imagines sie in grosser Anzahl besitzen. Während also Gegenbaur, welcher ebenfalls in den besprochenen Gebilden Homologa erblickt, seinen übrigen Anschauungen gemäss ganz consequent die Darmkiemen der Libellen als vergleichsweise alt hinstellt und aus ihnen die Rektalpapillen herleitet, sehe ich in den ersteren nur eine weitere, specifischen Zwecken dienstbare Ausbildung eines von den meisten Imagines (aus einem einstweilen noch unbekannten Grunde) erworbenen Einrichtung, welche diesen gegenwärtig vielleicht überflüssig ist. Ist diese Ansicht richtig, so dürfen allerdings die Hemipteren, denen bekanntlich die boutons charnus gänzlich fehlen, nicht unmittelbar zu den Amphibioten gestellt werden. Ich begnüge mich aber vorläufig damit, auf diesen Punkt aufmerksam gemacht zu haben,

Um nun in Bezug auf diese beiden Punkte den Ueberblick zu erleichtern, habe ich die einzelnen Stammformen, welche in den bezeichneten Merkmalen übereinstimmen, auf ein und dieselbe horizontale Linie gestellt, so dass z. B. das Protocoleopteron am Weitesten von dem Protentomon entfernt steht, während das Protodipteron und Protohemipteron demselben noch viel näher sind. Dies schliesst natürlich nicht aus, dass unter den gegenwärtig lebenden Käfern manche noch in ihrem Bau dem Urinsekt viel treuer geblieben sind, als manche Fliegen oder Halbflügler. Andererseits habe ich die Trennung der Specialstammformen einzig und allein mit Rücksicht auf die vasa Malpighii vorgenommen, so dass hiernach also Fliegen und Käfer sich von den andern Nachkommen des Protentomon früher losgelöst haben, als diese unter sich in Gruppen zerfielen. Ferner habe ich, um die Wirkung einer durch ähnliche äussere Umstände veranlassten, gleichgerichteten Anpassung zu veranschaulichen, die Insekten mit beissenden Mundtheilen auf die linke, den Rest auf die rechte Seite gebracht; hierbei machen nur die Amphibiotica wegen ihrer Ontogenese eine Ausnahme. Den Stamm vertritt nach der einen Richtung hin das Protorthopteron, nach der andern das Protoneuropteron. Die Lepidoptera habe ich auf Grund der Charakteristik ihrer Stammform (vgl. p. 176) durch die Trichoptera mit den Neuroptera in Verbindung gesetzt, was freilich die Ontogenie noch gutheissen soll. Dass die Termitina in die Nähe des Prothymenopteron gerathen sind, mag andeuten, dass ausser dem Staatenleben auch noch andere Analogien zwischen ihnen und den Hautflüglern bestehen.

Mit Bezug auf die Palaeontologie hebe ich hervor, dass, so weit meine Kenntnisse reichen, die Dipteren zur Zeit des Auftretens der ersten Käfer und Halbflügler noch nicht aufgefunden worden sind, während sonst im Allgemeinen keine erheblichen Einwendungen zu machen sein werden. Eine genauere Berücksichtigung derselben liegt übrigens ja nicht im Plane der Arbeit und würde selbst dann nur gemäss den auf p. 126 aufgestellten Sätzen erfolgen können.

III.

Nachdem ich im Vorhergehenden den Versuch gemacht, von dem Protentomon alle Insekten (mit Ausnahme der Thysanuren) abzuleiten, bleibt mir noch übrig, diesem Stamminsekt selbst den ihm gebührenden Rang im Systeme einzuräumen. Dass es zu den Würmern in Beziehung stehe, hat von jeher als selbstverständlich gegolten, so lange man überhaupt phylogenetischen „Speculationen" huldigt; nur hatte man vielfach die Meinung an den Tag gelegt, es sei durch Vermittelung der Crustaceen und nicht direct mit ihnen verwandt. Wenn man sich aber vergegenwärtigt, dass Krebse und Tracheenthiere ausser der Gliederung der Beine oder genauer gesagt Körperanhänge nichts mit einander gemein haben, was nicht auch einer Reihe von Würmern zukommt, im Uebrigen aber Differenzen erheblicher Art aufweisen, so sollte man sich billig eher fragen, wie man überhaupt zur Idee der Verwandtschaft beider Gruppen gekommen sei. So lange noch Annulata, Crustacea und Tracheata unter einem Rubrum auftraten, war Alles in Ordnung; später schaffte man die Ersteren zu den Vermes, liess aber die beiden andern Gruppen als Arthropoda ungestört neben einander und brachte sie dann, als die Lehre von der natürlichen Verwandtschaft in der Praxis Eingang fand, in das Verhältniss der Subordination. Was nun die Tracheata vor Allem charakterisirt, ist das Vorhandensein [1]) 1) der Tracheen, 2) der vasa Malpighii 3) der Speicheldrüsen. Somit spitzt sich die Frage dahin zu, ob eine Theorie, welche eine getrennte Ableitung der Tracheenthiere von den Würmern verlangt, im Stande ist, das Auftreten dieser Organe in ihrer Gleichzeitigkeit zu erklären. In dieser Hinsicht brauchen wir unter Bezugnahme auf die Schilderung des Protentomon und der ontogenetischen Vorgänge bei den Insekten nur die Worte Bütschli's zu den unsern zu machen (l. c., p. 550): „Ich möchte mich nicht von diesem Gegenstand trennen, ohne mit einigen Worten der grossen Aehnlichkeit gedacht zu haben, welche die 11 Paar Einstülpungen der 11 ersten Rumpfsegmente in ihrer ersten Anlage mit den Segmentalorganen der Anneliden haben." Wir sprechen alsdann die Homologie der

---

[1]) Andere Unterschiede zwischen den beiden Hauptklassen der Arthropoda sind z. B. noch das Fehlen Eines Antennenpaares bei den Tracheaten, das auch in der Ontogenese vermisst wird.

Malpighi'schen Gefässe mit Tracheen, Spinngefässen und Speicheldrüsen, wie sie Bütschli nur mit „grösserem Bedenken" vorschlägt, ebenfalls bestimmt aus und erblicken den Beweis dafür sowohl in ihrer Function, als auch in ihrem Auftreten als Hautdrüsen und endlich in dem Zahlenverhältniss, das sich in der Summe dieser Organwiederholungen ausdrückt. Bütschli[1]) sagt selber (p. 546): „Eigenthümlich bleibt es jedoch immerhin, dass die Zahl dieser sämmtlichen . . . Organe 13 Paar beträgt, gerade so viel Paare als wir [!] Rumpfsegmente besitzen." Von diesen Excretionsorganen — um einen allgemeinen Ausdruck zu gebrauchen — wird bei Apis das erste Paar, welches nachträglich zur Unterlippe in Beziehung tritt, gewöhnlich als Spinngefäss bezeichnet. Indessen macht schon Grube[2]) darauf aufmerksam, dass wahrscheinlich auch Speichel von ihm secernirt werde. Bei der Imago von Apis ist das hintere Speicheldrüsenpaar nach Leydig[3]) dem ebengenannten der Larve homolog, während das vordere die eigentlichen glandulae salivales darstellt. Dies kann als ein indirectes Argument dafür angesehen werden, dass auch die echten Speicheldrüsen als Einstülpungen des Ektoderms hierher gehören. Demnach existirten 14 Paar Segmentalorgane, die von Hause aus ihre Ausführöffnung mitten in den Metameren besassen, allmählich aber dieselbe in die Verbindungshaut zwischen je zwei Segmenten verlegten. Wie Apis beweist, ist diese Verschiebung nach vorne zu vor sich gegangen; während aber das 1. Segmentalorgan in der Ontogenese der Lepidoptera und Hymenoptera noch als Sericterium auftritt, scheint es bei den übrigen Insekten in keiner Weise mehr zu fungiren, falls nicht genauere embryologische Untersuchungen das Gegentheil darthun.

Soll nun die angedeutete Homologie wirklich statthaben, so darf die Zahl der Speicheldrüsenpaare zwei nicht überschreiten und ebenso dürfen der Malpighi'schen Gefässe nicht mehr sein, als stigmenlose Segmente am Hinterende des Körpers vorhanden sind. Was den letzteren Punkt angeht, so habe ich schon oben (p. 142) nachgewiesen, wie in allen zur Beobachtung gelangten Fällen die vielen Harnschläuche der Orthoptera und

---

[1]) Neuerdings hat Semper unter Berufung auf Kovalevsky's Untersuchungen an Apis in den Tracheen gleichfalls Homologa der Segmentalorgane der Anneliden gefunden, ohne Bütschli's Ausspruch wie es scheint zu kennen.

[2]) l. c., p. 64.

[3]) Müller's Archiv 1859, p. 451.

Hymenoptera entweder direct durch Knospung aus den 4 primären hervorgehen oder wenigstens erst secundär für sie auftreten. Bei Larven von Forficula habe ich mich von einem ähnlichen Verhalten überzeugt, indem neben den schon vorhandenen, ziemlich langen Gefässen (wahrscheinlich auch hier ursprünglich zwei Paar) kürzere zu finden waren, so dass die Gesammtzahl mit der Grösse der Larven zunahm. Auch für die Amphibiotica und Termitina (vgl. p. 202 und 205) scheint ein Gleiches zu gelten. In Betreff der Speicheldrüsen waltet keinerlei Unklarheit ob, da zwar ein Zerfall der ursprünglich jedenfalls schlauchförmigen Drüse in viele traubenförmige Läppchen vorkommt, die Ausführgänge aber allemal einfach bleiben. Die Heteropteren, welche mit ihren dreifachen Speicheldrüsen eine für die Theorie gefährliche Ausnahme machen würden, besitzen in Wirklichkeit auch nur ein einziges Paar echter ductus salivales. (Vgl. oben p. 144.)

Sonach leiten wir die Tracheata von gegliederten Würmern ab und müssen daher das Protentomon dahin rückwärts verfolgen. Die Ontogenie von Platygaster und Verwandten zeigte uns, dass eine vielfach an die Gastrula und den Nauplius erinnernde Larve vor der Bildung des sog. Keimstreifs auftritt. Wir dürfen hierin getrost eine ontogenetische Wiederholung eines Stadiums sehen, welches denjenigen Würmern, von denen sich die Crustacea und um Vieles später die Tracheata getrennt entwickelten, gemeinschaftlich zukam. Dass die Erinnerung hieran bei den meisten Insekten schon geschwunden ist, beweist das hohe Alter dieser Periode. Wäre uns nun die weitere Phylogenese durch Platygaster mit derselben Ausführlichkeit erhalten, so würden wir auch die späteren Stadien und namentlich die Entstehung der Protocheas-Form noch vorfinden. Hier helfen in etwa Hydrophilus und Apis aus und zeigen, wie zuerst die Antimeren, dann die 18 Metamere und gleich darauf das Nervensystem und die Stigmata entstehen. Somit haben wir den gegliederten Wurm mit homonomen Segmenten und Bauchmark vor uns. Späterhin treten an jedem Metamere die Körperanhänge auf.[1]) Von Tracheen verlautet bis dahin noch nichts; dass aber die Excretionsorgane vor-

[1]) Vergl. Kovalevsky, l. c., Tab. VIII, Fig. 11. Bauchfüsse von Hydrophilus. Die Füsse der Schmetterlingsraupen, Käferlarven etc. sind also phylogenetisch gerechtfertigt. Dies harmonirt gut mit dem Umstande, dass die farbigen Käferlarven älteren Coleopteren entsprechen und erst später durch Anpassung farblos wurden.

handen sind, beweisen ihre Ausführöffnungen. Wann die Umwandlung derselben in Respirationsorgane vor sich ging, ist nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Es ist recht wohl denkbar, dass Anfänge hierzu bereits im Wasser gemacht wurden; sieht man aber, wie alle noch jetzt lebende Imagines, so weit sie wirklich unter Wasser athmen, mit besonderen Vorkehrungen zum Schutze der Stigmen versehen sind, so kommt man zu der Ansicht, dass mit dem Auftreten der Tracheen als solcher die Prototracheasformen mehr und mehr auf's Land wanderten. Wahrscheinlich waren damals schon Beine an allen Segmenten vorhanden. Mit dem — zeitlich viel späteren — Hervorsprossen der Flügel steht eine wichtige Veränderung in Bezug auf die allgemeine Körperform in Verbindung. Wir dürfen nämlich mit Fritz Müller die Flügel als seitliche Fortsätze der Rückenplatten ansehen, wie solche auf jedem Segmente entstehen konnten und vielleicht ursprünglich sämmtlich als echte Kiemen (nicht Tracheenkiemen) fungirt haben mögen. Mit der Einführung der Athmung durch Tracheen und der gleichzeitigen Gewöhnung an das Leben auf dem Lande wurden diese aber nicht nur überflüssig, sondern sogar hinderlich, wofern sie nicht zur Locomotion verwendet werden konnten und zu diesem Zwecke an Oberfläche zunahmen. Lubbock [1]) bemerkt hier ganz treffend, die Flügel seien wohl entstanden „to enable the mature forms to pass from pond to pond, thus securing fresh habitats and avoiding in-and-in-breeding." Daher könnten sie zuerst nur am geschlechtsreifen Thiere aufgetreten sein und unterlägen jetzt dem Satze von der homochronen Vererbung. Besass nun Prototracheas noch seine sämmtlichen Beinpaare zu der Zeit, als dies neue (anfänglich wohl nur passive) Bewegungsorgan sich bildete, so mussten entweder die Flügel an den mittleren Körpersegmenten entstehen, damit das Gleichgewicht erhalten blieb, oder aber, es mussten, wenn aus irgend welchen unbekannten Ursachen die dorsalen Anhänge des Thorax die Oberhand gewannen, die Beine an den Abdominalsegmenten eingehen, ehe die Flügel wirklich functioniren konnten. Sonach ist die Existenz brauchbarer Flugorgane, wie sie gegenwärtig am Thorax vorliegen, nur dadurch möglich geworden, dass schon vorher (oder spätestens gleichzeitig) das Prototracheas die Zahl seiner Beine auf sechs beschränkte. Ich bezeichne diese flügellose, aber mit Tracheen und nur noch 3 Beinpaaren versehene Form als Archentomon. So

---

[1]) On the origin and metamorphoses of Insects. London 1874, p. 74.

lange nun noch keine Flügel vorhanden waren, mochte die Umwandlung der Segmentalorgane mit ihrer Harnsäuresecretion in Tracheen, welche Kohlensäure auszuscheiden begannen, für die Bedürfnisse der Respiration genügen; später jedoch, bei den Zwischenformen zwischen Archentomon und Protentomon, machte der stärkere Verbrauch von Sauerstoff, wie er während des Fluges stattfindet, eine Vergrösserung der luftführenden Organe, in specie also die Tracheenlängsstämme, nothwendig. So darf es uns nicht Wunder nehmen, dass bei Apis, wo die ursprünglichen Hauptvertreter der Athmung zu dem Range von Querästchen an den kolossal angeschwollenen und zu „Blasen" erweiterten Längsstämmen herabgesunken sind, in der Ontogenese das Stadium der Tracheen als Excretionsorgane (s. str.) nicht mehr vorliegt, vielmehr von den Stigmenanlagen aus die parallel der Hauptaxe des Thieres verlaufenden Ausbuchtungen zuerst entstehen und sich erst nachträglich aus diesen heraus die Queräste bilden.

Hiernach sind folgende Entwicklungsstufen des Protentomon zu unterscheiden:

1) Ungegliederter Wurm, ein gemeinschaftlicher Ausgangspunkt für Tracheata und höhere Würmer; zugleich ein naher Verwandter der Urform für die Crustacea.

2) Gegliederter Wurm mit 18 Metameren, mit wenigstens 14 Paar Segmentalorganen, vielleicht auch mit Mundwerkzeugen in Gestalt von Kiefern; zugleich ein naher Verwandter noch lebender Ringelwürmer.

3) Derselbe Wurm mit ventralen und vielleicht auch mit dorsalen Anhängen an allen Segmenten; noch im Wasser lebend.

4) Derselbe Wurm mit Tracheen und mit heteronomen Segmenten (Anhänge im Schwinden begriffen); Sumpfbewohner. Prototracheas.

5) Prototracheas mit drei Beinpaaren und deutlicher Abgrenzung von Kopf, Brust und Hinterleib; Sumpfbewohner. Archentomon.

6) Archentomon mit zwei Paar Flügeln; Landbewohner. Protentomon.

Was von diesen fictiven Gestalten Fleisch und Blut besessen haben mag, werden ontogenetische Untersuchungen darthun, die zugleich zeigen werden, dass es gerathen war, sie ihrer unverdienten Vergessenheit zu entreissen. So viel scheint mir nach dem Bisherigen sicher gestellt, dass eine directe Herleitung der Tracheata von den Crustacea unmöglich ist; somit wird der Stamm der

Arthropoda aufzulösen sein, während an seine Stelle die zwei neuen Stämme Crustacea und Tracheata als selbstständige Abkömmlinge des grossen Würmerstammes treten müssen.

Es würde sich nun noch darum handeln, innerhalb des Tracheatenstammes die einzelnen grossen Gruppen richtig zu vertheilen und ihre gegenseitige Stellung zu ermitteln. Ich habe bis jetzt nur die Nachkommen des Protentomon besprochen und muss zur Ergänzung noch die Definition hinzufügen, dass ich nur diejenigen Tracheaten als echte Insekten bezeichne, welche sich als Sprösslinge eben dieses Protentomon ergeben. Daraus folgt aber, dass ich sämmtliche flügellose Insekten von geflügelten ableite, dagegen diejenigen Tracheaten, bei denen im Laufe der phylogenetischen Entwicklung nie Flugorgane aufgetreten sind, nicht zu den Insekten rechne. Eine solche Einschränkung des Begriffes „insectum“ mag willkürlich erscheinen, gibt aber doch wegen der präciseren Fassung eine grössere Sicherheit im Gebrauche und ist daher absichtlich von mir gewählt worden. Es kommt nun zuerst in Betracht, wie sich gegenüber den Insekten (in dem von mir bezeichneten Sinne) die Thysanura verhalten, über deren systematische Stellung sehr verschieden geurtheilt wird. Ihr neuester Monograph, Lubbock [1]), trennt sie in zwei grosse Abtheilungen, in die Thysanura s. str., d. h. die Lepismidae und Verwandte, und in die Collembola, d. h. die Poduridae und die ihnen benachbarten Formen. Was die ersteren betrifft, so besitzen sie ohne Ausnahme 10 freie Abdominalsegmente, 8 Abdominalganglien und zum Theile wenigstens 10 Paar Stigmata und 4 vasa Malpighii [2]) — Alles Zeichen von hohem Alter. Doch haben sämmtliche Genera bereits Eigenthümlichkeiten erlangt, die zum Theile sogar recht bedeutend sind; hierher gehören die Schuppenbildung bei den Lepismidae, der Mangel von Abdominalstigmen bei Campodea und das Auftreten einer Zange am Hinterleibsende von Japyx. Somit ist keine der bekannten, jetzt lebenden Formen als die älteste zu bezeichnen, am wenigsten aber Campodea, zumal sich bei dieser Gattung keine Augen vorfinden. Ueberhaupt treten wirkliche Netzaugen nur bei Machilis auf. Weil aber bei Machilis auch die

---

[1]) Monograph of the Collembola and Thysanura. London, Ray Society 1873.

[2]) Campodea hat nach Meinert (Annals Mag. Nat. Hist. 1867 XX, p. 376) keine vasa Malpighii, dagegen an derselben Stelle des Enddarmes 16 „rather large glandular cells.“ Offenbar sind dies die Homologa der vermissten Harngefässe, welche sicherlich bei den Larven sich vorfinden.

Mundtheile am deutlichsten den beissenden der echten Insekten gleichkommen, so ist es wohl kaum fraglich, dass eine der Machilis nahe stehende Form in Beziehung zu dem Protentomon steht. Die Schwierigkeit in Betreff der Phylogenie liegt nur darin, zu entscheiden, ob die übrigen Thysanuren jünger oder älter sind, als die genannte hypothetische Gattung. Ehe ich aber hierauf näher eingehe, muss ich noch kurz die Collembola charakterisiren. Hier findet sich zwar auch die Trennung des Körpers in Kopf, Brust und Hinterleib vor, doch sind höchstens 6 Abdominalsegmente vorhanden und auch diese sind bei den Smynthuridae und Papiriidae nicht scharf gegen einander abgesetzt. Der Springapparat, welcher der ganzen Gruppe ihren früheren Namen verliehen hat, ist ein Anhang des letzten oder vorletzten Hinterleibsringes, somit bei den einzelnen Familien durch gleichgerichtete Anpassung getrennt erworben. Er fehlt gänzlich den Lipuridae und Anuridae, die man mit Rücksicht hierauf, so lange nicht ontogenetische Untersuchungen ein Vorhandensein desselben in früheren Lebensstadien darthun, als die ältesten Familien bezeichnen darf. Ueber die anatomischen Verhältnisse herrschen viele Unklarheiten und Widersprüche bei den einzelnen Autoren. Malpighi'sche Gefässe vermisst Lubbock gänzlich, während nach Nicolet sechs vorhanden sein sollen.[1]) Die Anzahl der Stigmen wird gleichfalls sehr verschieden angegeben, doch scheint mir aus der Darstellung Lubbock's hervorzugehen, dass wirklich specifische Differenzen bestehen und nicht lediglich auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind.[2]) Sogar das gänzliche Fehlen von Athmungsapparaten hat bei diesen kleinen Thierchen nichts geradezu Befremdendes, weil ihrem an und für sich wohl nicht bedeutenden Bedürfniss nach Luft die Respiration durch die Haut Genüge leisten mag. So viel steht jedoch mit Rücksicht auf die sonstigen Eigenthümlichkeiten

---

[1]) Lubbock spricht sich über die Resultate seiner eigenen Zergliederungen von Smynthurus, Tomocerus und Orchesella etwas unbestimmt aus. „I think there are no Malpighian vessels" (l. c., p. 74).

[2]) Smynthurus soll nach Lubbock's Untersuchungen zwei Stigmen besitzen, welche sich unmittelbar unter den Antennen, an der Unterseite des Kopfes befinden (l. c., p. 77), doch fühlt er das Unwahrscheinliche seiner Angabe selbst recht wohl. Die Abbildungen, welche er gibt, sind durchaus nicht darnach angethan, diese Abnormität glaubwürdig zu machen, so dass in diesem Falle die Behauptung von Olfers, die Stigmata lägen im Prothorax, als die richtigere anzuerkennen sein wird. Nach Nicolet befänden sich bei Achorutes die Stigmata an den 4 ersten Abdominalsegmenten, während der Thorax keine besitzt; dies ist ebenfalls wenig wahrscheinlich.

im Körperbaue fest, dass der Mangel an Tracheen ein nachträglicher, durch Anpassung entstandener ist, und dass die Collembola von einer mit Tracheen und Stigmen versehenen Form abzuleiten sind. Hiernach muss die ganze Gruppe als verhältnissmässig jung und vermuthlich als ein vielfach modificirter Seitenzweig der echten Thysanura aufgefasst werden. Jedenfalls ist die Möglichkeit der Ableitung sämmtlicher Insekten von ihnen ausgeschlossen. Dagegen entsteht nun die Frage, ob die Thysanura s. str. directe Abkömmlinge des Protentomon oder des Archentomon oder sogar des Prototracheas sind, d. h. also, ob sie von geflügelten Insekten herstammen oder diesen als gleichwerthige Gruppe an die Seite gesetzt werden müssen oder endlich ihre Vorläufer gewesen sind. Für die letzte Alternative haben sich übereinstimmend Lubbock [1]) und Brauer [2]) ausgesprochen und sind dabei von Campodea als der Urform für alle Insekten ausgegangen. Brauer vergleicht sie geradezu mit der Zoëa der Krebse. Da aber Campodea, wie oben gezeigt, nichts weniger denn einfach gebaut ist, vielmehr namentlich mit Rücksicht auf die Malpighi'schen Gefässe [3]) und die Stigmen als abgeleitet erscheint, so wird sie jedenfalls nicht als Stammform anerkannt werden können. Packard betrachtet als

---

[1]) Origin etc., p. 91 ff. Das typische Insekt beschreibt Lubbock: „Consisting of a head; a three-segmented thorax, with three pairs of legs; and a many-jointed abdomen, often whit anal appendages." Er fährt dann fort: „Now, is there any mature animal which answers to this description?" Natürlich lautet die Antwort: Campodea. Diese selbst wird dann mit einiger Kühnheit weiter rückwärts zu einer den heutigen Tardigraden ähnlichen Form verfolgt und von hier aus mit Hülfe der zu den Rotatoria gehörigen Lindia torulosa mit den Infusorien in Verbindung gesetzt!

[2]) Betrachtungen über die Verwandlung der Insekten im Sinne der Descendenztheorie. Verhandl. zool. botan. Gesellsch. zu Wien 1869, p. 299–318, Tab. X. Brauer lässt die Raupenform der Schmetterlinge u. s. w. keine „ursprüngliche, sondern eine später erworbene" sein und aus dieser soll dann die „noch tiefer stehende Madenform ableitbar scheinen." Charakteristisch ist folgender Passus: „Man kann die Raupen vergleichen mit den fabelhaften Schlaraffen, denen die gebratenen Vögel in das Maul fliegen. Unter solchen Umständen würde selbst Homo sapiens . . . . bald zur Raupenform herabsinken, wie die Meloëlarve im Bienenstock" (p. 310).

[3]) In Bezug auf die vasa Malpighii findet sich bei Brauer (l. c., p. 311) die Notiz: „Es ist merkwürdig, dass die Insekten mit zahlreichen Harngefässen in ihren ersten Stadien nur wenige solche Gefässe besitzen, d. h. so lange sie die Raupenform oder die Campodeaform abspiegeln, weil auch die tiefer stehenden Termiten und Poduriden nur wenige Harngefässe im Imagostadium haben." Und nun muss gerade Campodea sich so eigenthümlich verhalten! Uebrigens sind die „Betrachtungen" Brauer's voll von treffenden

die älteste Form von Tracheaten den Leptus [1]), eine Milbenlarve „bearing a vague resemblance to the Nauplius form among Crustacea.“ Weil jedoch seine ganze Theorie sich auf die schon oben gewürdigte Ansicht über die Entstehung der Tracheen stützt, so erscheint, nachdem diese als unhaltbar nachgewiesen, eine besondere Widerlegung an dieser Stelle unnöthig. [2]) Wichtiger ist ein Grund, welchen Lubbock unter Berufung auf Meinert's Darstellung der Mundtheile von Campodea und Japyx für seine Theorie vorführt. Er sagt [3]): „I confess that I feel great difficulty in understanding by what natural process a suctorial mouth like that of a gnat or butterfly could be developed from a powerfully mandibulate type like that of the Orthoptera or Coleoptera. At first the change would be a decided disadvantage; during the period of necessary quiescence the animal would be unable either to feed or to defend itself.“ Da kommt ihm nun Campodea zu Hülfe, „which possesses a mouth neither distinctly mandibulate nor distinctly suctorial, but constituted on a peculiar type, capable of modification in either direction by gradual changes without loss of utility“ (l. c., p. 52). Hiernach würden die Sugentia nicht direct von den Masticantia, sondern Beide von den Thysanura abzuleiten sein. Man braucht aber nur die eingehende Schilderung, welche Hermann Müller von den betreffenden Theilen bei Apis [4]) gibt, zu lesen, um einzusehen, dass wir bei diesem Insekte einen solchen directen Uebergang von rein beissenden zu rein saugenden Mundtheilen verwirklicht finden, wie er, natürlich in nicht völlig

---

Sätzen über das Verhältniss von Larve und Imago zu einander und über die phylogenetische Bedeutung der Larvenformen, so dass nur ihre zu allgemeine Fassung und eine nicht genaue Fragestellung Brauer daran verhindert hat, die Phylogenie der Insekten richtig darzustellen.

[1]) Ancestry of Insekts, p. 159.

[2]) In den gleich noch näher zu besprechenden embryologischen Untersuchungen Packard's fällt eine Stelle besonders auf, da sie geeignet scheint, den Schlüssel zu den so eigenthümlichen Ideen, wie sie in der Ancestry of Insects uns entgegentreten, zu liefern. Es heisst dort über Diplax: „On straightening the body out . . . . we are strikingly reminded of the general form of the Lepismae, and the inference is strongly suggested, that they [nämlich die Lepismae] are embryonic, degraded Neuroptera and should therefore probably be considered as a division standing at the foot of that suborder“ (p. 9). Wie man die gerade entgegengesetzten Begriffe embryonic und degraded so ruhig nebeneinander stellen kann, ist mir unbegreiflich.

[3]) Monograph of the Collembola and Thysanura, p. 43.

[4]) Anwendung der Darwin'schen Lehre auf Bienen, l. c., p. 6 ff.

gleicher, aber doch ähnlicher Weise, während der phylogenetischen Entwicklung der Sugentia statthaben konnte. Es spricht sonach jener Grund durchaus nicht gegen eine Ableitung sämmtlicher echter Insekten von dem Protentomon. Im Gegensatze zu der Ansicht Lubbock's erscheinen mir vielmehr die in den Kopf zurückgezogenen Fresswerkzeuge der Thysanura analog den ebenfalls inneren Saugkiefern der Hemiptera als Umformungen der ursprünglich als Ausstülpungen des Kopfpanzers angelegten Mundbeine des Protentomon, wie sie uns noch heute zu Tage, freilich bedeutend vervollkommnet, bei den Masticantia entgegentreten. [1]) So betrachte ich auch aus den schon oben angegebenen Gründen eine der Machilis nahestehende und natürlich schuppenlose Form als das Bindeglied zwischen den Insekten und den Thysanura. Da aber in der Ontogenese der Letzteren Andeutungen von Flügeln durchaus nicht vorzukommen scheinen, so liegt kein Grund vor, sie von dem Protentomon abzuleiten, vielmehr wird man sie dem Archentomon an die Seite zu setzen haben, so dass sich also von diesem aus nach der einen Richtung das geflügelte Protentomon, nach einer anderen der Stammvater der Thysanura und Collembola entwickelte. Nehmen wir dies als feststehend an, so gewinnen wir hierdurch gleichzeitig ein Mittel, das Archentomon in etwa schärfer zu definiren. Da nämlich die Lepismatiden und nach den Untersuchungen Meinert's auch die Campodeen dieselbe Anzahl von Hinterleibsringen besitzen wie das Protentomon und eben so die Lage des atrium genitale auf den Hinterrand des 8. Sternites fällt, so dürfen wir auch dem Archentomon diese Charaktere zuertheilen, so dass das wesentlichste Merkmal desselben in seiner Flügellosigkeit besteht. Indessen ergibt sich doch ein Unterschied zwischen den Thysanuren und den Insekten. Meinert [2]) behauptet nämlich, die drei ersten und bei Campodea auch einzigen Stigmen der Campodeaden gehörten dem Thorax an und zwar „one for each of the thoracic rings.“ Er bemerkt dazu ganz richtig: „This latter peculiarity is unique among insects; for in other cases

[1]) Meinert ist (l. c., p. 363) der Ansicht, bei den Saugern seien „the mandibles and maxillae not articulated with the skull or otherwise connected whit it.“ Dies ist entschieden unrichtig, denn sie werden als chitinisirte Theile eben so gut von den Epidermis aus gebildet, wie der Kopfpanzer; nur ist ihre Verbindung mit dem „Schädel“ weniger intensiv und beschränkt sich meist auf dünne und elastische Chitinhäute, welche wohl nur selten bei der Bewegung der Mundtheile eine Rolle spielen werden.

[2]) l. c., p. 365.

where three pairs are to be seen on the thorax, the hindermost pair belongs really to the segmentum mediale or to the metathorax and segmentum mediale in common [1]), as in Forficula; but in this family the third pair of spiracles belongs unquestionably to the metathorax alone; and when the abdomen is furnished with spiracles (in Japyx) the segmentum mediale has, like the other rings, its own pair, independently of the one belonging to the metathorax.“ Hiernach würde das ursprüngliche prothoracale Stigma des Prototracheas, welches bei den Insekten zum Theile eingegangen ist, zum Theile als Oeffnung der Spinndrüsen fungirt, noch bestehen und somit auch dem Archentomon noch zuzuertheilen sein.

Ueber die Ontogenese der Thysanura s. ampl. ist bisher nur eine Arbeit Packard's, welche sich auf Isotoma Walkeri, also auf ein Collembolon bezieht, erschienen. [2]) Darnach verläuft die Entwicklung mit äusserem Keimstreif, was durchaus nicht unwahrscheinlich ist. Tracheen hat Packard weder beim Embryo noch bei der Larve gesehen. Die Springgabel erscheint kurz nach der Anlage der Beine und hält in der Entwicklung gleichen Schritt mit ihnen. Von dem zweiten Maxillenpaare soll während der ganzen Embryonalentwicklung keine Spur vorhanden sein; da es aber auch bei den Erwachsenen rudimentär ist, so glaubt Packard selbst, ein „more skilled observer“ würde es schon aufgefunden

[1]) Bei Forficula liegt das dritte Stigma in dem Seitentheile des rudimentären ersten Tergites und gehört somit auch seiner Lage nach, ganz abgesehen von den oben geltend gemachten Gründen, zum Abdomen.

[2]) Memoirs of the Peabody academy of science I. 2. 1871. Diese bereits im Juli 1870 druckfertige Arbeit wird vom Autor selbst als fragmentary bezeichnet und ist es in der That auch im höchsten Grade. Auf S. 20 heisst es: The parietal layer [seröse Hülle] of Isotoma was readily perceived, but the visceral [Amnion] layer was not detected. Dabei ist aber die seröse Hülle nur ein einziges Mal (auf Fig. 8) und zwar als strukturlose Membran abgebildet worden, ohne dass man in Text oder Zeichnungen etwas über ihr Auftreten und ihren Verbleib erfährt. Trotzdem ist „the growth of the embryo of Isotoma, in the most important points, almost identical with that of the Phryganidae,“ bei denen nach Melnikow ja beide Hüllen besonders deutlich sind und lange persistiren. Durchaus gleichwerthig sind die Beobachtungen über Diplax, bei denen weder von Keimblättern noch von Embryonalhüllen, noch von Zellen die Rede ist; was Packard Zellen nennt, sind augenscheinlich Theile des Dotters. Nachdem aber Brandt's „admirable paper on the embryology of Agrion, Calopteryx and certain Hemiptera“ in den Besitz Packard's gerathen ist, heisst es: „we can only infer from the few data given above that Diplax and Perithemis have the same arrangement of the embryonal membranes“ u. s. w. Die im Januar 1872 druckfertige Entwicklungsgeschichte

haben. Nach einer Mittheilung Ulianin's an Metschnikoff[1]) ist aber bei Poduriden diese Eigenthümlichkeit wirklich vorhanden. Nun zeigt sich nach den Untersuchungen Metschnikoff's über die Entwicklung einiger Myriapoden bei diesen ein durchaus gleiches Verhalten, so dass man, immer die Richtigkeit der Beobachtungen vorausgesetzt, mit Metschnikoff eine nahe Verwandtschaft zwischen den Tausendfüsslern und den Springschwänzen annehmen möchte.

Einstweilen will ich jedoch auf diese Ansicht Metschnikoff's nicht näher eingehen, da ich mir eine Besprechung der systematischen Stellung der Myriapoden und Arachniden überhaupt für eine andere Gelegenheit vorbehalte.

Jena, Anfang August 1875.

Memoirs I 3) von Nematus weist hingegen in Text und Abbildungen bereits die schönsten Zellen und eine seröse Hülle von seltener Vollendung auf; hier ist der Einfluss der Arbeit von Bütschli über Apis eben so wenig zu verkennen, wie bei der folgenden über Pulex derjenige der Weismann'schen. Doch ist in keiner Weise irgendwo von Stigmen die Rede. Ich bespreche übrigens nur deswegen die embryologischen Arbeiten Packard's so weitläuftig, weil mir daran liegt, das oben über sie ausgesprochene Urtheil zu begründen, und ferner, weil sie Lubbock in seiner Monographie Wort für Wort (sogar die Hinweise auf die Abbildungen fehlen nicht, wohl aber diese selbst) wiedergibt, ohne irgend einen Zweifel in ihre Zuverlässigkeit auszusprechen. Auch Metschnikoff nimmt ihre Resultate ohne Weiteres als völlig sicherstehend hin.

[1]) Entwicklung der Chilognathen, l. c., p. 280.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. VI.

Fig. 1—4. Ideale Darstellung des Protentomon zur Veranschaulichung des Antheiles, welchen die einzelnen Keimblätter am Aufbau des Insektenkörpers nehmen. Entoderm roth, Hautsinnesblatt (Epiderm) blau, Mesoderm grau. Letzteres ist in Fig. 1 durchsichtig gedacht, um die Grenzen der Segmente und die Lage der Stigmen angeben zu können.

Fig. 1. Sagittalschnitt nahe der Mediana geführt. Es sind sämmtliche Gliedmaassen des einen Antimeres getroffen. Der Vollständigkeit halber ist die Ganglienkette, welche nicht in den Schnitt hineinfällt, eingezeichnet. Dagegen sind die Organe, welche dem Mesoderme angehören, nicht angegeben und die inneren Genitalien ebenfalls nicht berücksichtigt; von den äusseren ist nur die Vagina angedeutet.

Fig. 2. Querschnitt durch den Meso- oder Methathorax. Er trifft die Aorta, Speiseröhre, Speicheldrüsen, Thoracalganglien, Flügel und Beine.

Fig. 3. Querschnitt durch eines der mittleren Abdominalsegmente. Er trifft das Herz, die vier Malpighi'schen Gefässe, den Magen, die Abdominalganglien und ein Stigmenpaar.

Fig. 4. Querschnitt durch das 8. Abdominalsegment. Er trifft das Herz, den Enddarm, die Längscommissuren des Bauchstranges und die Vagina.

Fig. 5—11. Copien von Zeichnungen Ganin's. Die Originale sind in: Zeitschr. wiss. Zool. 1869. Taf. XXX, Fig. 5, 9, 12, 16; Taf. XXXI, Fig. 7; Taf. XXXIII, Fig. 10, 12. Von den hinzugefügten Farben bezeichnet roth überall das Entoderm, blau in Fig. 7, das Ektoderm, sonst das Epiderm und grau in Fig. 8, 10, 11 das Mesoderm. Weitere Erklärung im Texte.

Taf. VI a, b, c. Stammbäume, deren Erklärung sich im Texte befindet.



Ueber die Intensität der Wärmestrahlung der Sonne unter hohen Breiten,

nach thermometrischen Beobachtungen

von

Emil Bessels.

I. Einleitung.

Die Intensität der Sonnenstrahlung unter hohen Breiten erregt sowohl das Interesse des Physikers als des Botanikers und ist wegen der Gletscherfrage auch für den Geologen von nicht geringer Wichtigkeit. Für die gemässigte Zone, sowie für einige Orte der Tropen liegen mehr oder minder zahlreiche, mehr oder minder brauchbare Beobachtungen vor; das Material für die arctische Region ist jedoch sehr spärlich. Wenn wir von den kurzen Beobachtungsreihen Kane's [1]) und Hayes' [2]) absehen, besteht dasselbe nur aus unzusammenhängenden Ablesungen des geschwärzten Thermometers. [3]) In manchen Fällen wurden sogar nur gewöhnliche Quecksilberthermometer mit blanker Kugel in Anwendung gebracht. [4])

---

[1]) Physical Observations in the Arctic Seas. By Elisha Kent Kane. Smithsonian Contributions to Knowledge. Washington, Smithsonian Institution, 1859—60, p. 39—52 of Record and Discussion of Temperatures.

[2]) Physical Observations in the Arctic Seas. By Isaac. I. Hayes. ibid. 1867, p. 190.

[3]) So z. B. die Beobachtungen Parry's, Scoresby's u. A. Vgl. Ernst Erhard Schmid, Lehrbuch der Meteorologie. Bd. XXI der allgem. Encyclopädie der Physik, herausg. von Gustav Karsten. Leipzig 1860, p. 125 u. f.

[4]) Beispielsweise Kane, ibid., p. 38.

Selbstverständlich sind diese Beobachtungen nicht unter sich vergleichbar, und wären es selbst dann nicht, wenn man die mit dem nicht geschwärzten Thermometer erhaltenen Resultate bei Seite lassen würde. Erstens waren die Instrumente nicht vor Luftzug geschützt und zweitens waren sie bald über Eis, Schnee, Felsen oder Holz exponirt. Letzterer Umstand würde vielleicht weniger in Betracht kommen als ersterer, namentlich dann, wenn die Thermometer genügend weit von dem Grunde entfernt waren; allein über die Entfernung der Instrumente von dem Boden lassen uns die meisten Beobachter gänzlich im Dunkeln.

Unsere Kenntniss beschränkt sich demnach beinahe ausschliesslich auf Werthe, die theoretisch erhalten wurden.

Wie weit die aus thermometrischen Beobachtungen gewonnenen Resultate mit der Theorie übereinstimmen, wollen wir nunmehr untersuchen.

Bezeichnet man für irgend einen Punkt der Erdoberfläche mit

a die Höhe
S den scheinbaren Semidiameter
s den Stundenwinkel
δ die Declination
} der Sonne und mit
φ die geographische Breite des betreffenden Punktes,

so ist

$$\sin a = \sin \varphi . \ \sin \delta + \cos \varphi . \ \cos \delta . \ \cos s.$$

Wenn man von der bekannten Beziehung Gebrauch macht, die zwischen der Intensität der Strahlung und dem Cosinus des Einfallswinkels besteht, so erhält man für die Intensität der momentanen Sonnenstrahlung

$$S^2 \sin a = S^2 \sin \varphi . \ \text{sind}\ \delta + S \cos \varphi . \ \cos \delta . \ \cos s.$$

somit für die Intensität der täglichen Sonnenstrahlung

$$\mathbf{S}\ S^2 \sin a \ t\ s = S^2\ s \sin \varphi . \ \sin \delta + S^2 \cos \varphi . \ \cos \delta . \ \sin s \ldots$$

oder auch

$$\cos s = \text{tang}\ \varphi . \ \text{tang}\ \delta$$

also

$$\cos \varphi . \ \cos \delta = \frac{\sin \varphi . \ \sin \delta}{\cos s}$$

$$\mathbf{S}\ S^2 \sin a \ t\ s = S^2 \sin \varphi . \ \sin \delta\ (s - \text{tang}\ s) \ldots$$

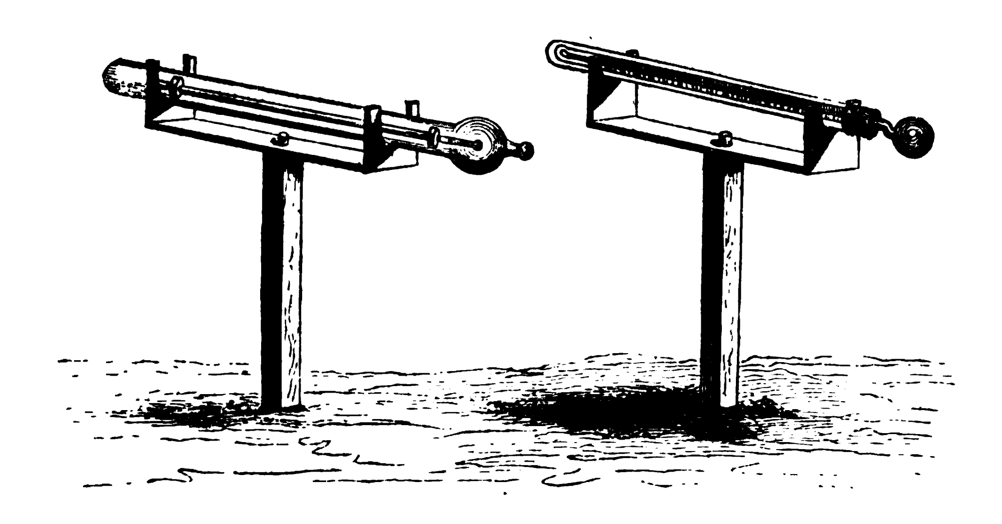
wobei das Integral zwischen den durch Sonnenaufgang und Sonnenuntergang vorgeschriebenen Grenzen von s zu suchen ist.

Auf diese Weise lässt sich zeigen, dass die Intensität der Strahlung dem Cosinus der Breite proportional ist. [1])

II. Beobachtungen.

Die Beobachtungen, die uns zu der vorliegenden Untersuchung dienen sollen, wurden während der letzten amerikanischen Nordpol-Expedition an zwei Lokalitäten Nordwestgrönlands angestellt, wovon die eine als der nördlichste Punkt unseres Planeten bezeichnet werden kann, von welchem überhaupt Beobachtungen existiren. Die in Anwendung gebrachten Instrumente sind Thermometer.

Eines der Thermometer, von L. Casella in London verfertigt, ist ein Quecksilber Maximum-Thermometer, vollständig in eine luftleer gemachte Glasröhre eingeschlossen, wie die erste Figur unserer Skizze zeigt. Die Länge der Thermometerröhre, die von 0° Fahrenheit bis 212° getheilt ist, beträgt 15 Zoll engl. Das



Quecksilbergefäss ist kugelig und mit einem Ueberzug aus Kienruss versehen, der sich auch (etwa 1 Zoll) über die Röhre auf-

[1]) Vgl. die ziemlich erschöpfende theoretische Behandlung Meech's: On the relative intensity of the heat and light of the sun etc. in Smithsonian Contributions to Knowledge 1856.

wärts erstreckt. Die Befestigung des Thermometers wird dadurch erzielt, dass das der Kugel entgegengesetzte Ende der Röhre an die das Instrument umgebende Glashülle angeschmolzen ist. Ausserdem ist die Röhre an zwei Stellen durch Korkscheibchen unterstützt. Das andere Thermometer ist ein gewöhnliches Quecksilberthermometer mit freier Kugel, die gleichfalls geschwärzt ist. Der graduirte Theil der Röhre ist in eine zweite, weitere Glasröhre eingeschlossen, um die Scala vor Feuchtigkeit zu schützen. Beide Instrumente ruhen, wie Figur zeigt, auf kleinen Gestellen. Der obere Theil dieser Gestelle ist im Azimut drehbar und leicht gegen den Horizont geneigt. Die Thermometerkugeln befinden sich etwa 12 Zoll über dem Boden. Um unsere Beobachtungen mit andern, künftig anzustellenden vergleichbar zu machen, ist der Grund mit oblongen Stücken von Baumwolle-Flanell bedeckt, deren Oberfläche mit Watte benäht ist. Wegen der zeitweise sehr heftigen Stürme trägt der Flanell an seinen Ecken Bleigewichte. Die Beobachtungen in der Polaris Bucht beginnen mit dem 4. März 1872 und endigen mit dem 21. Juni; die in dem Observatorium des Polaris Hauses angestellten erstrecken sich vom 3. März 1873 bis 31. Mai desselben Jahres. Die Lesungen geschahen, so lange die Sonne über dem Horizont war, wenige Unterbrechungen ausgenommen, stündlich. Für

Polaris Bucht ist $\varphi = 81^{\circ}\ 36'\ 30''$
Polaris Haus $\varphi = 78^{\circ}\ 23'\ 24''$.

Es kann nicht in unserer Absicht liegen, die detaillirten Beobachtungen hier mitzutheilen, sondern wir beschränken uns darauf, in den nachstehenden Tabellen die Differenzen zwischen den Lesungen des geschwärzten Thermometers in vacuo und denen eines anderen Thermometers zu geben, welches, mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln im Schatten aufgehängt, die Temperatur der Luft anzeigt. Die Werthe entstammen an beiden Lokalitäten einer Periode von der Zeit an gerechnet, als die Sonne circumpolar wurde, bis uns die Nothwendigkeit zwang, die Beobachtungen zu unterbrechen. Die von den Lesungen des nackten Sonnenthermometers abgeleiteten Werthe werden hier übergangen, da dieselben völlig unzuverlässig sind, indem je nach der Heftigkeit des herrschenden Windes und des Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre, die von dem geschwärzten Thermometer angezeigte Temperatur niedriger sein kann, als die des andern, welches die Temperatur der Luft anzeigt. Der Grund hiervon ist leicht einzusehen.

Der Einfachheit halber und aus anderen Gründen wurden die aus den Beobachtungen abgeleiteten Differenzen in Gruppen von Wochen getheilt, aus welchen die Mittel bestimmt wurden, über welchen in den folgenden Tabellen die Summen stehen, aus welchen dieselben hervorgingen. In Fällen, in welchen die Beobachtungsreihe nicht vollständig ist, wurden, um die Richtigkeit des Resultats nicht zu trüben, keine Mittel genommen.

Wir geben, in dieser Weise behandelt, zuerst die Beobachtungen aus der Polaris Bucht, dann die in dem Observatorium des Polaris Hauses angestellten. Um der Mühe einer lästigen Reduction enthoben zu sein, sind die Fahrenheit'schen Grade beibehalten. Wer von der einen oder anderen Gruppe Gebrauch machen will, kann leicht die Umwandlung in die Réaumur'sche oder Celsius'sche Scala vornehmen.

Polaris Bucht.

Datum	A. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1872	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
April 20. . .	—	—	17.2	20.9	29.8	39.7	52.7	56.7	53.6	69.0	65.5	77.4
21. . .	—	—	4.8	10.9	17.0	14.1	14.7	34.2	38.1	29.1	31.7	21.9
22. . .	—	—	—	—	—	—	—	43.4	56.4	23.6	22.7	34.0
23. . .	—	—	—	—	—	—	—	14.7	22.4	28.4	27.5	37.4
24. . .	—	—	—	—	—	—	6.6	17.5	20.1	30.1	26.0	24.2
25 . .	3.3	6.9	8.9	29.3	18.2	37.5	27.9	64.8	64.8	67.1	32.9	45.2
26. . .	0.4	3.7	14.2	28.4	40.6	47.7	50.4	61.1	36.4	34.2	27.7	30.0
Summen . .	3.7	10.6	45.1	89.5	105.6	139.0	152.3	292.4	291.3	281.5	234.0	270.1
Mittel . . .	—	—	—	—	—	—	—	41.8	41.6	40.2	33.4	38.6
April 27. . .	2.0	12.3	17.9	32.4	38.5	44.4	44.4	59.4	58.5	84.3	26.6	32.6
28. . .	0.2	1.4	12.6	15.0	28.7	33.5	38.3	59.1	57.6	60.7	68.2	52.7
29. . .	11.8	3.7	6.1	15.9	22.0	36.0	37.3	40.0	53.2	30.6	28.7	54.7
30. . .	—	—	—	36.9	39.4	44.1	46.8	55.9	60.9	64.4	64.2	65.6
Mai 1. . .	26.3	28.0	41.9	27.0	28.5	35.4	35.5	33.7	47.3	73.4	71.6	67.1
2. . .	3.6	4.6	37.3	43.8	45.1	49.0	53.4	59.1	56.6	59.4	61.2	71.7
3. . .	7.4	2.8	23.9	32.4	39.1	45.4	55.7	56.1	31.9	57.3	60.3	66.8
Summen . .	51.3	52.8	139.7	203.4	241.3	287.8	311.4	363.3	366.0	380.1	380.8	411.2
Mittel . . .	—	—	—	29.1	34.5	41.1	44.5	51.9	52.3	54.3	54.4	58.7
Mai 4. . .	1.9	2.8	6.3	9.9	10.1	10.9	13.7	16.8	31.0	28.9	35.2	29.6
5. . .	5.9	5.6	43.0	43.9	44.8	51.5	56.0	64.0	62.7	72.6	65.8	74.6
6. . .	15.2	15.5	27.4	37.5	47.3	55.1	52.1	22.7	31.2	72.0	76.8	54.1
7. . .	15.6	17.9	23.3	13.4	30.6	31.0	40.4	47.2	62.0	48.2	73.1	50.7
8. . .	1.7	6.5	12.3	19.8	20.4	18.7	23.8	28.1	36.9	47.5	59.4	61.2
9. . .	27.7	27.1	24.1	33.0	31.9	28.9	51.3	56.9	61.9	68.2	63.9	58.6
10. . .	7.8	6.5	8.5	17.6	20.2	22.8	30.0	44.6	47.9	62.4	72.3	67.1
Summen . .	75.8	81.9	144.9	175.1	205.3	218.9	267.3	280.3	333.6	399.8	446.5	395.9
Mittel . . .	10.8	11.7	20.7	25.0	29.3	31.3	38.2	40.0	47.8	57.1	63.8	56.6
Mai 11. . .	10.6	16.6	31.6	27.3	32.2	39.0	43.8	29.9	41.0	46.8	49.9	37.1
12. . .	13.5	15.9	17.0	14.8	17.9	23.0	30.7	34.4	39.6	45.9	57.2	73.3
13. . .	16.7	10.2	11.7	13.9	16.3	17.7	22.8	19.2	25.3	28.4	28.1	20.4
14. . .	12.9	10.1	11.8	11.5	22.2	22.0	28.4	36.3	40.7	44.0	51.2	62.9
15. . .	23.0	23.1	42.1	32.7	37.1	34.0	24.8	42.7	39.9	41.8	43.3	48.6
16. . .	33.4	36.6	36.1	41.5	48.3	54.9	55.7	60.4	52.5	58.4	66.8	59.7
17. . .	38.9	31.4	25.0	34.0	51.9	46.5	41.4	54.6	63.6	69.6	62.2	61.0
Summen . .	149.0	143.9	175.3	175.7	225.9	236.9	247.6	277.5	302.6	334.9	358.7	363.0
Mittel . . .	21.3	20.6	25.0	25.1	32.3	33.8	35.4	39.6	43.2	47.8	51.2	51.9
Mai 18. . .	38.1	39.8	41.4	42.5	43.8	39.7	44.5	53.1	54.7	62.5	67.5	67.4
19. . .	51.1	52.6	47.6	45.1	39.6	39.8	48.9	37.0	50.2	62.0	61.8	61.9
20. . .	38.4	30.4	19.0	39.7	45.5	48.2	54.6	54.1	59.8	64.3	59.2	57.7
21. . .	29.4	37.7	44.7	49.4	53.5	45.2	53.5	59.3	68.2	66.3	70.9	62.2
22. . .	36.1	36.2	37.5	35.3	40.6	40.1	45.1	51.8	60.1	65.7	54.6	69.9
23. . .	27.7	33.3	14.6	37.3	45.2	53.7	30.3	35.9	49.2	52.6	63.4	54.4
24. . .	10.6	13.9	15.8	19.0	16.7	23.8	26.6	31.3	34.6	51.6	30.7	32.7
Summen . .	231.4	243.9	220.6	268.3	284.9	290.5	303.5	322.5	376.8	425.0	408.1	406.2
Mittel . . .	33.1	34.8	31.5	38.3	40.7	41.5	43.4	46.1	53.8	60.7	58.3	58.0

Polaris Bucht.

Datum	P. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1872	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
April 20. . .	69.4	67.8	31.1	38.9	35.0	19.7	15.6	10.8	7.1	7.9	1.4	0.8
21. . .	24.7	25.7	25.0	16.9	21.9	13.4	11.5	12.4	5.8	5.6	3.4	0.6
22. . .	15.7	53.5	40.1	33.2	34.7	43.4	12.8	6.4	3.0	2.6	1.7	17.1
23. . .	39.0	33.2	29.7	23.4	20.4	21.0	38.4	41.2	—	—	—	—
24. . .	48.6	43.1	49.2	54.6	24.6	19.6	14.4	11.2	8.4	12.1	5.6	3.7
25. . .	68.2	45.4	75.8	63.6	65.7	60.3	58.2	35.0	47.3	40.6	27.7	40.6
26. . .	79.0	77.8	71.3	68.9	63.2	59.0	54.5	20.0	37.6	41.8	34.5	3.7
Summen . .	334.6	346.5	322.2	299.5	265.5	236.4	205.4	137.0	109.2	110.6	74.3	66.5
Mittel . . .	47.8	49.5	46.0	42.8	37.9	33.8	29.3	19.6	—	—	—	—
April 27. . .	73.7	72.7	67.9	65.5	60.7	55.5	55.7	29.3	41.6	43.6	37.3	30.7
28. . .	70.9	72.9	68.2	64.4	60.0	55.3	55.6	51.3	44.2	32.6	19.9	14.2
29. . .	59.1	57.6	48.0	58.2	53.5	55.4	54.9	26.2	25.3	26.4	26.0	—
30. . .	74.2	71.1	62.4	63.9	62.1	58.4	59.1	58.0	52.6	49.2	39.3	33.1
Mai 1. . .	80.4	77.7	62.6	68.4	62.2	57.1	57.1	49.4	46.1	49.8	36.9	32.9
2. . .	73.0	73.0	66.6	63.6	59.2	56.0	56.2	52.6	44.3	32.2	28.1	27.4
3. . .	72.4	72.2	69.1	66.0	61.0	57.3	58.9	51.9	44.4	24.8	16.5	5.6
Summen . .	503.7	497.2	444.8	450.0	418.7	405.0	397.5	318.7	298.5	258.6	204.0	143.9
Mittel . . .	72.0	71.0	63.5	64.3	59.8	57.9	56.8	45.5	42.6	36.9	29.1	—
Mai 4. . .	32.9	40.3	29.1	45.6	54.4	55.9	56.5	40.1	46.0	33.9	36.8	30.0
5. . .	80.4	52.1	77.9	69.0	61.0	16.1	12.7	10.7	8.8	6.9	8.7	14.8
6. . .	58.5	46.8	67.6	69.0	63.1	53.6	51.5	24.9	38.6	32.4	16.0	7.7
7. . .	70.8	72.6	68.1	64.2	45.2	30.8	45.4	46.3	46.2	34.1	35.9	36.9
8. . .	66.4	73.0	66.5	63.9	63.3	57.7	58.2	45.5	45.8	36.4	36.8	38.5
9. . .	65.0	65.9	56.1	56.6	60.5	43.2	44.4	28.4	37.5	49.4	31.7	14.2
10. . .	68.8	67.6	65.4	61.2	58.9	56.4	55.7	47.8	41.0	35.8	31.0	22.0
Summen . .	442.8	418.3	430.7	429.5	406.4	313.7	324.4	243.7	263.9	228.9	196.9	164.1
Mittel . . .	63.3	59.8	61.5	61.4	58.1	44.8	46.3	34.8	37.7	32.7	28.1	23.3
Mai 11. . .	32.4	51.7	30.4	28.5	25.5	26.2	18.4	13.2	12.6	13.4	10.4	15.8
12. . .	71.6	71.4	65.0	61.1	59.9	55.9	60.2	44.2	50.7	29.5	27.0	18.4
13. . .	30.8	29.8	28.1	25.3	25.9	49.0	54.9	54.8	49.8	47.3	39.5	34.2
14. . .	67.6	65.4	62.0	56.4	57.1	57.9	55.8	49.5	47.4	48.3	33.4	20.0
15. . .	39.0	51.0	38.7	35.0	46.1	63.6	56.6	41.4	48.6	41.6	35.5	33.7
16. . .	65.7	70.4	67.4	58.7	58.0	70.1	59.6	57.6	50.1	48.7	39.8	43.7
17. . .	65.9	65.8	64.9	60.0	57.3	57.9	56.2	50.2	41.4	29.4	29.4	37.2
Summen . .	373.0	405.5	356.5	325.0	329.8	380.6	361.7	310.9	300.6	258.2	215.0	203.0
Mittel . . .	53.3	57.9	50.9	46.4	47.1	54.4	51.7	44.4	42.9	36.9	30.7	29.0
Mai 18. . .	66.3	64.6	65.9	65.1	65.7	66.0	66.1	53.9	45.1	42.1	38.4	37.9
19. . .	63.9	66.2	46.4	31.2	29.4	29.1	34.9	28.4	13.4	32.7	29.9	45.4
20. . .	63.6	69.9	65.1	61.2	58.4	58.4	59.2	53.6	50.7	42.6	32.9	31.4
21. . .	61.9	69.6	66.9	64.8	59.6	58.7	51.6	50.7	55.4	43.5	48.0	38.9
22. . .	46.7	39.8	40.8	72.2	28.7	59.8	32.8	11.4	13.9	26.7	15.6	14.1
23. . .	26.9	24.2	26.0	23.5	19.9	17.7	13.1	13.9	13.4	12.9	8.4	9.4
24. . .	36.6	35.5	36.6	55.8	47.2	25.3	25.1	25.3	22.2	26.6	20.4	8.2
Summen . .	365.9	369.8	347.7	383.8	308.9	315.0	282.8	237.2	214.1	227.1	193.6	185.3
Mittel . . .	52.3	52.8	49.7	57.7	44.1	45.0	40.4	33.9	30.6	32.4	27.7	26.5

Polaris Bucht.

Datum	A. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1872	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Mai 25. . .	11.2	17.4	20.9	27.2	19.7	24.1	27.9	26.1	24.6	26.0	34.2	68.6
26. . .	7.2	11.6	22.2	29.7	20.9	28.8	31.2	31.9	30.8	33.2	37.5	35.2
27. . .	11.2	13.2	16.1	17.1	18.9	24.9	14.6	41.7	39.3	35.3	54.0	69.3
28. . .	35.2	37.7	46.6	55.0	47.2	47.5	50.8	39.5	66.8	79.8	57.2	50.1
29. . .	44.2	42.7	42.9	42.2	43.5	46.3	40.4	46.0	62.7	71.8	66.9	66.2
30. . .	39.2	45.4	38.9	45.1	45.7	52.8	55.8	58.5	61.3	73.8	67.0	63.2
31. . .	46.4	39.8	41.8	40.2	41.9	51.8	55.6	63.6	75.1	57.9	41.0	56.6
Summen . .	194.6	207.8	229.4	256.5	237.8	276.2	276.3	307.3	360.6	377.8	357.8	409.2
Mittel . . .	27.8	29.7	32.8	36.6	34.0	38.0	38.0	43.9	51.5	54.0	51.1	58.5
Juni 1. . .	27.4	15.4	27.8	29.1	23.7	28.1	30.1	30.4	35.7	35.1	32.4	34.3
2. . .	10.2	12.6	7.6	8.9	13.4	18.1	16.9	22.5	27.7	34.4	67.3	39.3
3. . .	38.5	33.6	34.4	41.7	41.9	45.7	47.1	55.2	59.8	59.2	71.6	65.8
4. . .	43.6	37.3	33.4	27.2	25.6	32.9	25.7	28.7	40.7	57.2	50.2	53.8
5. . .	27.6	27.1	30.4	32.3	42.5	51.7	58.9	63.8	64.6	58.9	61.1	56.7
6. . .	33.4	39.4	39.6	41.6	45.6	51.5	55.2	58.8	61.8	55.6	50.4	53.1
7. . .	28.4	10.4	27.6	11.8	14.1	14.6	18.7	24.9	32.2	40.7	38.9	37.3
Summen . .	209.1	175.8	200.8	192.6	206.8	242.6	252.6	284.3	322.0	341.1	371.9	340.1
Mittel . . .	29.9	25.1	28.7	27.5	29.8	34.7	36.1	40.6	46.0	48.7	53.1	48.6
Juni 8. . .	14.3	17.3	39.9	42.3	44.4	44.1	36.0	48.0	30.7	39.3	60.5	56.9
9. . .	11.9	10.4	7.5	41.9	61.3	49.5	51.6	57.8	52.7	27.3	36.9	46.3
10. . .	10.4	13.8	32.9	30.0	37.8	43.8	52.4	22.8	43.2	60.0	66.4	55.1
11. . .	11.2	10.4	11.9	14.5	10.2	19.2	24.6	26.3	29.1	39.4	42.6	29.5
12. . .	23.1	27.5	12.9	27.5	37.3	31.5	45.9	58.9	58.5	64.9	62.9	65.6
13. . .	10.6	11.6	13.4	9.3	15.4	18.4	21.2	—	52.4	45.2	56.1	62.8
14. . .	12.7	9.5	11.6	12.0	10.9	14.6	23.2	33.2	31.6	37.0	54.3	33.1
Summen . .	94.2	100.5	130.1	177.5	217.3	221.1	254.9	247.0	298.2	313.1	379.7	349.3
Mittel . . .	13.5	14.4	18.6	25.4	31.0	31.6	36.4	—	42.6	44.7	54.2	49.9
Juni 15. . .	6.4	9.3	8.2	9.5	12.1	24.6	27.6	25.7	27.4	29.3	28.9	64.7
16. . .	40.0	38.0	41.8	40.6	42.5	38.2	49.3	60.6	59.0	62.0	66.9	58.1
17. . .	39.1	37.3	27.9	33.7	40.2	40.0	56.1	55.9	71.4	72.4	82.3	71.2
18. . .	5.0	5.7	7.6	6.9	8.8	9.0	12.9	16.6	23.3	17.2	78.2	35.3
19. . .	7.0	9.4	11.4	13.4	13.2	19.3	17.7	18.1	17.8	35.6	26.6	24.6
20. . .	9.7	17.7	18.0	14.7	17.5	41.9	36.8	38.4	30.1	40.9	35.4	35.4
21. . .	48.3	16.2	14.0	15.6	11.7	15.0	17.6	24.4	21.4	46.4	34.2	40.0
Summen . .	155.5	133.6	128.9	134.3	146.0	188.0	218.0	239.7	250.4	303.8	352.5	329.3
Mittel . . .	22.2	19.1	18.4	19.2	20.9	26.9	31.1	34.2	35.8	43.4	50.4	47.0

Polaris Bucht.

Datum	P. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1872	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Mai 25. . .	65.4	34.8	26.7	34.0	57.7	61.0	25.6	59.5	53.9	51.4	48.0	11.9
26. . .	41.3	58.6	47.4	59.6	63.5	34.2	23.4	19.4	16.2	16.2	14.7	13.4
27. . .	34.3	69.4	40.4	42.5	66.7	33.5	35.4	28.8	25.6	18.5	23.1	20.8
28. . .	74.2	61.2	61.6	69.2	61.9	62.4	62.4	38.4	49.0	48.4	48.6	45.3
29. . .	54.8	64.9	63.8	63.8	63.0	62.4	61.7	45.4	50.5	48.2	47.4	43.9
30. . .	81.2	88.4	74.5	79.2	73.7	68.5	58.3	63.9	44.4	41.0	48.4	43.9
31. . .	71.4	70.3	60.6	61.4	53.7	27.1	52.3	38.0	20.6	16.3	15.9	46.9
Summen . .	422.6	447.6	375.0	409.7	440.2	349.1	319.1	293.4	260.2	240.0	246.1	226.1
Mittel . . .	60.4	63.9	53.6	58.5	62.9	47.7	45.6	41.9	37.2	34.3	35.2	32.3
Juni 1. . .	33.7	33.2	37.4	35.0	44.0	34.9	27.4	26.9	20.2	21.0	16.7	10.1
2. . .	61.1	70.1	69.0	64.2	48.5	71.9	48.6	46.2	42.6	33.7	40.9	40.2
3. . .	58.4	51.1	50.1	51.9	49.1	52.9	53.2	51.6	29.4	24.9	43.7	48.7
4. . .	60.8	63.3	63.6	57.6	55.6	57.4	55.5	44.4	50.9	43.9	35.4	35.8
5. . .	33.9	43.0	48.6	50.6	51.0	55.5	53.4	49.2	47.9	46.6	37.4	35.5
6. . .	42.3	42.2	52.4	50.9	50.3	50.4	39.4	15.1	38.2	31.8	41.4	45.4
7. . .	49.0	32.9	52.5	53.5	24.8	21.4	17.8	48.6	15.9	10.7	10.1	6.6
Summen . .	339.2	335.8	373.6	363.7	323.3	344.4	295.3	282.0	245.1	212.6	225.6	222.3
Mittel . . .	48.5	47.9	53.4	51.9	46.2	49.2	42.2	40.3	37.0	30.4	32.2	34.0
Juni 8. . .	57.1	27.0	48.8	41.8	33.6	28.5	18.1	41.7	13.6	14.0	7.5	9.6
9. . .	46.0	46.2	49.1	42.5	40.2	50.3	53.2	55.7	30.0	15.9	16.0	11.7
10. . .	57.7	22.0	23.4	29.9	14.2	14.2	15.1	17.6	12.0	11.9	10.3	12.9
11. . .	30.9	46.1	26.7	34.0	48.8	42.7	36.4	38.7	34.5	13.8	13.7	20.2
12. . .	58.7	54.4	56.7	54.9	53.6	49.3	45.6	30.6	19.3	19.3	11.7	11.0
13. . .	60.9	60.8	54.3	54.2	52.6	50.4	52.4	54.5	51.0	47.4	15.1	18.8
14. . .	38.8	51.0	32.2	25.4	25.4	21.4	13.7	13.3	14.6	8.8	10.0	9.1
Summen . .	350.1	307.5	291.2	282.7	268.4	256.8	234.5	252.1	175.0	131.1	84.3	93.3
Mittel . . .	50.0	43.9	41.6	40.4	38.3	36.7	33.5	36.0	25.0	18.7	12.0	13.3
Juni 15. . .	36.8	67.4	56.7	55.4	52.1	49.7	51.7	54.0	49.5	46.3	45.9	42.5
16. . .	51.9	57.2	57.3	53.5	51.2	49.5	49.6	53.3	53.3	45.8	49.1	43.0
17. . .	41.5	55.7	47.0	40.4	53.8	49.2	51.1	19.0	15.7	12.0	7.6	5.7
18. . .	48.9	35.7	32.6	33.2	42.9	22.9	19.9	13.1	13.5	15.4	11.6	11.2
19. . .	21.2	34.0	30.3	43.5	38.4	46.9	19.8	17.2	12.4	14.7	13.3	9.0
20. . .	56.2	41.7	39.4	34.5	25.5	24.6	23.6	13.5	17.2	19.2	25.6	20.6
21. . .	43.9	38.9	31.7	36.2	27.7	—	—	—	—	—	—	—
Summen . .	300.5	330.6	295.0	296.7	291.6	242.8	215.7	172.1	161.6	153.4	153.1	132.0
Mittel . . .	42.9	47.2	42.1	42.4	41.7	—	—	—	—	—	—	—

Polaris Haus.

Datum	A. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1873	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
April 20. . .	—	—	0.9	2.7	11.7	10.1	12.9	18.0	21.2	23.8	24.0	34.9
21. . .	—	0.7	1.5	3.3	8.3	11.8	15.8	20.8	28.3	39.0	43.1	45.2
22. . .	7.8	20.5	16.4	8.0	35.7	38.7	44.0	51.5	59.1	60.6	56.7	61.8
23. . .	4.8	4.1	27.2	24.9	29.5	49.1	48.8	55.3	56.9	54.7	65.6	64.1
24. . .	—	0.9	0.3	7.8	8.0	10.3	12.2	23.7	53.1	53.1	54.6	53.8
25. . .	1.1	4.4	13.9	25.8	34.7	18.3	20.1	51.3	48.7	47.6	54.0	58.6
26. . .	—	0.5	5.9	17.9	23.2	28.5	46.1	52.4	55.8	66.5	61.4	58.3
Summen . .	13.7	31.1	66.1	90.4	151.1	166.8	199.9	273.0	323.1	345.3	359.4	376.7
Mittel . . .	—	—	9.4	12.9	21.6	23.8	28.6	39.0	46.2	49.3	51.3	53.8
April 27. . .	6.1	14.1	7.0	25.8	36.4	26.2	49.3	54.2	61.0	65.2	65.8	65.9
28. . .	—	2.6	3.3	3.3	8.7	9.2	12.6	12.9	15.7	17.3	15.1	19.8
29. . .	0.5	1.0	3.1	7.1	7.1	7.6	10.5	14.0	18.0	27.1	29.2	43.3
30. . .	3.7	7.0	6.9	9.9	10.5	12.6	22.2	29.9	33.0	33.0	34.8	43.7
Mai 1. . .	1.5	6.5	13.0	17.5	19.9	21.9	25.0	28.3	36.3	38.2	49.5	53.4
2. . .	0.6	1.9	2.3	2.1	6.1	10.6	14.6	21.8	21.9	32.3	37.0	42.1
3. . .	3.2	2.1	2.0	3.3	4.0	8.2	16.7	18.3	27.2	37.8	41.1	37.5
Summen . .	15.6	35.2	37.6	69.0	92.7	96.3	150.9	179.4	213.1	250.9	272.5	305.7
Mittel . . .	—	5.0	5.4	9.9	13.2	13.8	21.6	25.6	30.4	35.8	38.9	43.7
Mai 4. . .	3.6	13.2	16.6	23.8	51.9	48.3	52.1	55.2	54.8	30.3	46.2	42.5
5. . .	9.8	8.1	7.5	12.3	25.6	47.4	64.7	68.0	69.7	73.9	80.7	80.2
6. . .	6.0	6.4	25.2	29.4	19.6	30.0	45.9	57.0	64.6	68.1	68.9	76.4
7. . .	6.7	8.3	11.0	11.7	17.9	21.8	51.3	58.7	61.6	66.5	73.3	76.0
8. . .	14.7	14.6	29.9	32.5	34.0	35.2	59.9	61.8	66.1	67.1	74.2	77.8
9. . .	6.1	8.5	10.9	11.7	10.8	13.9	18.7	35.6	36.0	36.7	32.9	31.6
10. . .	3.8	5.9	(7.4)	(8.9)	10.0	10.3	19.5	25.4	27.2	33.7	34.3	36.7
Summen . .	50.7	65.0	108.5	130.3	169.8	206.9	312.1	361.7	380.0	376.3	410.5	421.2
Mittel . . .	7.2	9.3	15.5	18.7	24.3	29.6	44.6	51.7	54.3	53.8	58.6	60.2
Mai 11. . .	(4.8)	6.0	8.2	8.7	12.3	23.4	23.0	28.4	32.5	31.6	32.8	36.1
12. . .	3.4	4.9	7.5	10.5	14.0	19.0	25.7	30.5	34.6	38.7	59.2	63.6
13. . .	24.0	17.1	27.4	40.0	19.6	18.5	23.8	30.7	56.0	54.9	30.3	44.4
14. . .	2.2	9.0	9.2	13.4	18.0	22.9	25.7	25.6	29.0	39.0	36.7	31.1
15. . .	1.4	2.4	3.5	7.8	10.8	15.5	20.4	24.6	31.6	44.7	53.7	67.3
16. . .	6.7	6.3	5.9	4.8	8.8	14.2	22.1	33.7	43.9	54.7	55.1	42.1
17. . .	11.0	29.5	22.3	22.2	16.3	25.3	54.2	57.2	66.0	75.2	69.9	68.5
Summen . .	53.5	75.2	84.0	107.4	99.8	138.8	194.9	230.7	293.6	338.8	337.7	353.1
Mittel . . .	7.6	10.7	12.0	15.3	14.2	19.8	27.8	32.9	41.8	48.4	48.2	50.4
Mai 18. . .	23.3	24.6	27.3	27.1	34.4	44.5	44.7	51.2	53.8	53.5	64.0	65.2
19. . .	33.7	28.7	15.5	35.3	43.4	42.5	50.1	51.0	58.2	60.3	63.2	64.1
20. . .	34.1	36.7	36.1	43.7	43.6	53.0	53.7	58.2	54.7	61.8	65.5	65.2
21. . .	10.3	22.1	34.5	39.8	41.1	40.2	50.3	54.5	58.1	61.0	62.9	63.6
22. . .	17.2	21.2	30.7	35.0	38.3	42.2	45.4	48.7	52.5	58.0	61.9	62.3
23. . .	32.5	18.2	35.7	16.6	13.9	10.4	17.7	17.4	20.3	24.0	23.8	26.7
24. . .	0.6	8.3	35.2	10.8	48.5	47.7	57.0	23.9	49.5	63.5	62.6	60.5
Summen . .	151.7	159.8	215.0	208.3	263.2	280.5	318.9	304.9	347.1	382.1	403.9	407.6
Mittel . . .	21.7	22.8	30.7	29.8	37.6	40.1	45.6	43.6	49.6	54.6	57.7	58.2

Polaris Haus.

Datum	P. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1873	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
April 20. . .	25.1	23.6	22.0	17.6	10.7	12.2	9.7	9.5	1.0	—	0.3	0.4
21. . .	35.8	33.7	34.2	34.5	30.6	23.9	38.3	19.2	23.4	16.4	12.9	8.4
22. . .	42.8	64.5	65.1	47.7	68.3	46.0	12.0	4.0	2.1	8.6	—	—
23. . .	67.1	63.5	37.4	56.4	56.6	52.1	40.9	25.8	3.7	4.6	1.3	0.6
24. . .	19.5	16.7	60.0	10.6	6.1	4.0	8.0	3.5	1.9	—	—	—
25. . .	64.6	49.2	56.5	53.9	55.7	49.8	43.0	33.2	24.2	11.1	2.5	0.6
26. . .	61.2	62.5	58.6	54.4	51.8	17.7	38.0	29.6	9.5	9.2	5.6	4.9
Summen . .	316.1	313.7	333.8	275.1	279.8	205.7	189.9	124.8	65.8	49.9	22.6	14.9
Mittel . . .	45.2	44.8	47.7	39.3	39.9	29.4	27.1	17.8	9.4	—	—	—
April 27. . .	56.5	18.5	25.3	30.7	22.8	16.1	28.2	9.8	4.8	0.5	—	—
28. . .	16.9	16.9	15.9	13.3	13.5	9.6	5.5	4.2	2.0	5.3	0.4	—
29. . .	23.4	21.3	17.8	19.9	17.1	15.8	12.3	9.5	6.5	1.0	1.5	0.7
30. . .	30.6	33.5	32.1	29.9	25.7	23.2	35.1	18.0	6.8	4.4	—	0.7
Mai 1. . .	63.8	51.0	53.3	34.0	37.2	16.3	15.0	5.3	3.2	1.0	6.0	5.2
2. . .	45.7	26.8	26.7	22.7	19.8	14.9	17.1	10.4	6.6	3.9	3.2	2.5
3. . .	41.8	48.0	43.5	42.1	62.4	41.4	16.7	9.5	7.4	3.7	—	—
Summen . .	278.7	216.0	214.6	192.6	198.5	137.3	129.9	66.7	37.3	19.8	11.1	9.1
Mittel . . .	39.8	30.9	30.7	26.1	28.4	22.5	18.6	9.5	5.3	2.8	—	—
Mai 4. . .	67.6	27.6	27.7	36.9	31.2	15.5	21.8	14.0	6.3	4.7	4.2	15.3
5. . .	81.1	80.4	76.2	65.6	54.0	34.1	19.3	11.5	6.3	4.3	2.4	2.9
6. . .	77.7	74.2	71.8	61.7	66.6	60.0	56.2	23.0	5.3	6.8	4.7	4.5
7. . .	76.2	74.9	64.6	72.2	66.4	61.9	54.5	44.1	44.6	38.7	28.2	18.4
8. . .	78.0	71.0	69.2	59.1	38.3	50.4	17.5	8.9	14.7	6.6	3.0	5.1
9. . .	38.4	52.2	56.1	22.0	20.9	23.5	20.8	8.4	8.5	6.0	5.9	2.4
10. . .	63.8	58.7	42.4	19.0	15.4	14.3	8.7	5.4	6.8	4.4	4.0	3.7
Summen . .	482.8	439.0	408.0	336.5	292.8	259.7	198.8	15.3	92.5	71.5	52.4	52.3
Mittel . . .	68.9	62.7	58.3	48.1	41.8	37.1	28.4	16.5	13.2	10.2	7.5	7.5
Mai 11. . .	44.9	31.4	25.2	24.3	19.8	17.8	14.1	10.6	8.3	5.7	4.6	2.7
12. . .	63.2	69.0	52.1	43.0	47.9	47.5	34.3	29.9	48.2	42.4	44.3	32.9
13. . .	45.6	42.4	40.1	23.4	20.9	18.9	7.7	9.5	4.0	2.1	1.5	1.3
14. . .	24.9	33.0	24.9	22.1	22.8	15.4	5.2	3.8	0.8	3.1	1.8	0.6
15. . .	60.6	31.8	26.5	32.7	—	25.7	24.5	53.2	28.1	12.3	5.8	4.9
16. . .	39.3	33.3	27.2	27.1	20.5	17.6	10.4	10.1	8.5	7.5	5.7	5.8
17. . .	63.4	61.2	66.9	58.6	65.5	56.6	54.5	46.4	34.7	38.5	31.5	24.4
Summen . .	341.9	302.1	262.9	231.2	197.4	199.5	150.7	163.5	132.6	111.6	95.2	72.6
Mittel . . .	48.8	43.2	37.6	33.0	—	28.5	21.5	23.4	18.9	15.9	15.0	10.4
Mai 18 . .	64.4	61.3	62.3	62.5	54.9	56.0	49.0	45.5	44.7	38.6	25.3	39.1
19. . .	61.6	64.1	53.7	56.1	54.1	51.9	48.8	43.9	40.3	36.5	32.7	32.8
20. . .	64.7	56.9	47.5	29.1	52.6	55.2	50.4	49.1	—	38.6	34.4	34.9
21. . .	57.3	50.3	57.3	57.6	56.6	55.8	50.1	48.7	44.0	38.3	36.5	34.9
22. . .	57.2	58.5	59.1	54.3	58.4	46.5	49.1	43.6	41.0	38.6	26.3	32.5
23. . .	31.6	23.2	23.3	23.4	15.1	9.8	8.6	7.3	4.9	—	4.4	5.4
24. . .	63.3	60.9	55.1	59.2	53.7	53.0	48.9	45.8	41.7	38.6	34.1	33.5
Summen . .	400.1	375.2	358.3	342.2	345.4	328.2	304.9	283.9	216.6	229.2	193.7	213.1
Mittel . . .	57.2	53.6	51.3	48.9	49.3	46.9	43.6	40.6	—	—	27.7	30.4

Polaris Haus.

Datum	A. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1873	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Mai 25. . .	32.7	28.0	18.1	40.6	46.0	46.6	53.3	54.5	59.0	61.9	62.5	59.0
26. . .	31.7	11.3	38.1	35.3	11.3	46.9	50.8	55.3	58.7	59.7	60.0	60.6
27. . .	29.7	33.0	38.0	37.0	40.9	45.9	51.5	52.3	54.2	57.2	60.0	65.6
28. . .	1.7	26.3	26.7	33.2	36.4	16.7	15.6	16.8	22 8	41.6	41.2	42.7
29. . .	39.0	9.7	21.4	44.2	41.4	21.4	39.8	46.8	61.3	67.7	66.9	65.4
30. . .	37.3	40.3	40.0	43.7	45.0	49.4	46.7	49.5	45.1	59.8	64.0	65.1
31. . .	33.2	15.9	44.2	46.0	56.4	56.7	55.6	49.2	52.9	55.5	64.4	63.3
Summen . .	205.3	164.5	226.5	280.0	277.4	283.6	313.3	324.4	354.0	403.4	419.0	421.7
Mittel . . .	29.3	23.5	32.6	40.0	39.6	40.5	44.8	46.3	50.6	57.6	59.9	60.2

Polaris Haus.

Datum	P. M.											
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
1873	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Mai 25. . .	56.7	39.7	58.5	55.4	54.1	55.3	52.9	43.4	37.8	33.8	32.9	34.0
26. . .	59.6	58.3	57.5	57.8	56.3	52.6	45.9	42.7	40.3	35.5	29.3	32.4
27. . .	62.3	62.5	59.0	57.9	46.6	31.4	30.2	27.3	22.6	17.0	—	4.4
28. . .	62.3	64.1	60.8	59.3	55.4	53.7	49.4	45.6	47.4	38.0	36.6	14.4
29. . .	65.7	65.6	57.9	55.6	57.7	56.8	52.3	49.5	44.6	39.1	39.7	39.5
30. . .	65.2	68.5	61.1	50.4	58.7	55.2	52.5	47.8	45.2	35.4	40.9	40.0
31. . .	61.9	59.6	60.1	59.5	59.2	57.5	53.9	36.3	20.1	11.8	32.3	39.9
Summen . .	433.7	418.3	414.9	395.9	388.0	362.5	337.1	292.6	258.0	210.6	211.7	204.6
Mittel . . .	61.9	59.8	59.3	56.6	55.4	51.8	48.2	41.8	36.9	30.1	35.3	29.2

Recapitulation.

Die folgenden Tabellen enthalten eine Zusammenstellung der Maximalwerthe der Sonnenstrahlung in der Polaris Bucht und in dem Observatorium des Polaris Hauses. Die betreffenden Wochen sind durch ihr mittleres Datum (welches, nebst dem Monat, den Kopf der resp. Columnen bildet) bezeichnet, d. h. die Beobachtungen, welchen die Maxima entnommen sind, wurden 3 Tage früher und 3 Tage später angestellt, als die betreffenden Daten anzeigen. Einerseits ist die Anwendung dieser Methode sehr bequem und anderseits werden die auf diese Weise behandelten Werthe mehr von störenden Einflüssen befreit, als wenn man auf die gewöhnlich gebräuchliche Weise verfahren würde.

Maxima der Sonnenstrahlung, aus den Beobachtungen von Polaris Bucht abgeleitet.

Zeit	April.		Mai.				Juni.		
	23	**30**	**7**	**14**	**21**	**28**	**4**	**11**	**18**
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0h	3.3	26.3	27.7	38.9	51.1	46.4	43.6	23.1	48.3
1	6.9	28.0	27.1	36.6	52.6	45.4	39.4	27.5	38.0
2	17.2	41.9	43.0	42.1	47.6	46.6	39.6	39.9	41.8
3	29.3	43.8	43.9	41.5	49.4	55.0	41.7	41.9	40.6
4	40.6	45.1	47.3	48.3	53.5	47.2	45.6	44.4	42.5
5	47.7	49.0	55.1	54.9	53.7	52.8	51.7	49.5	41.9
6	52.7	55.7	56.0	55.7	54.6	55.8	58.9	52.4	56.1
7	64.8	59.4	64.0	60 4	59.3	63.6	63.8	58.9	60.6
8	64.3	60.9	62,7	63.6	68.2	75.1	64.6	58.5	71.4
9	69.0	73.4	72.6	69.6	66.3	79.8	59 2	64.9	72.4
10	65.5	71.6	76.8	66.8	70.9	67.0	71.6	66.4	82.3
11	77.4	71.7	74.6	73.3	69.9	69.3	65.8	65.6	71.2
Mittag	79.0	80.4	70.8	71.6	66.3	81.2	61.1	60.9	56.2
1h	77.8	77.7	72.6	71.4	69.9	88.4	70.1	60.8	67.4
2	75.8	69.1	77.9	67.4	66.9	74.5	69.0	56.7	57.3
3	68.9	68.4	69.0	61.1	72.2	79.2	64.2	54.9	55.4
4	65.7	62.2	63.3	59.9	65.7	73.7	55.6	53.6	53.8
5	60.3	58.4	57.7	70.1	66.0	68.5	71.9	50.4	49.7
6	58.2	59.1	58.2	60.2	66.1	62.4	55.5	53.2	51.7
7	41.2	58.0	47.8	57.6	53.9	63.9	51.6	55.7	54.0
8	47.3	52.6	46.2	50.7	55.4	53.9	50.9	51.0	53.3
9	41.8	49.2	49.4	48.7	43.5	51.4	46.6	47.4	46.3
10	34.5	39.3	36.8	39.8	48.0	48.6	43.7	16.0	49.1
11	40.6	33.1	38.5	43.7	45.4	46.9	48.7	20.2	43.0
Summen .	1229.8	1334.3	1339.0	1353.9	1416.4	1496.6	1334.4	1173.8	1304.3
Mittel . .	51.2	55.6	55.8	56.4	59.0	62.4	55.6	48.9	54.3

Maxima der Sonnenstrahlung
aus den Beobachtungen von Polaris Haus abgeleitet.

Zeit	April.		Mai.			
	23	**30**	**7**	**14**	**21**	**28**
	o	o	o	o	o	o
0h	7.8	6.1	14.7	24.0	34.1	39.0
1	20.5	14.1	14.6	29.5	36.7	40.3
2	27.2	13.0	29.9	27.4	36.1	44.2
3	25.8	25.8	32.5	40.0	43.7	46.0
4	35.7	36.4	51.9	19.6	48.5	56.4
5	49.1	26.2	48.3	25.3	53.0	56.7
6	48.8	49.3	64.7	54.2	57.0	55.6
7	55.3	54.2	68.0	57.2	58.2	55.3
8	59.1	61.0	69.7	66.0	58.2	61.3
9	65.5	65.2	73.9	75.2	63.5	67.7
10	65.6	65.8	80.7	69.9	65.5	66.9
11	64.1	65.9	80.2	68.5	65.2	65.6
Mittag	67.1	63.8	81.1	63.4	64.7	65.7
1h	64.5	51.0	80.4	69.0	64.1	68.5
2	65.1	53.3	76.2	66.9	62.3	61.1
3	56.4	42.1	72.2	58.6	62.5	59.5
4	68.3	62.4	66.6	65.5	58.4	59.2
5	52.1	41.4	61.9	56.6	56.0	57.5
6	40.9	35.1	56.2	54.5	50.4	53.9
7	33.2	18.0	44.1	53.2	49.1	49.5
8	24.2	7.4	44.6	48.2	44.7	47.4
9	16.4	5.3	38.7	42.4	38.6	39.1
10	12.9	6.0	28.2	44.3	36.5	40.9
11	8.4	5.2	18.4	32.9	39.1	40.0
Summen .	1035.0	874.0	1297.7	1212.3	1246.1	1297.3
Mittel . .	43.1	36.4	54.1	50.5	51.9	54.1

IV. Resultat.

Ein Blick auf die vorhergehenden Tabellen zeigt, dass der Unterschied in der Intensität der Sonnenstrahlung in der Polaris Bucht und in der Intensität der Sonnenstrahlung in dem Polaris Hause während der in Rede stehenden Zeitperiode für 3°2 latitude 8°4 Fahr. beträgt, oder für 1° lat. 2°6 Fahr., so dass die Intensität der Sonnenstrahlung mit wachsender Polhöhe zuzunehmen scheint.

Vergleichen wir die Intensität der Sonnenstrahlung in Fällen, in welchen die Sonne die gleiche Höhe hat, so erhalten wir die folgenden Reihen, in welchen zum Beispiel die Sonne zu Mittag die gleiche Höhe hat, als zu einer späteren Zeit um Mitternacht. Für irgend einen Punkt der nördlichen Hemisphäre ist die Höhe

der Sonne um Mittag $= 90 - \varphi + \delta$, und um Mitternacht $= \delta + \varphi - 90$.

Es lässt sich zeigen, dass in der Polaris Bucht die Mittagshöhe der Sonne am 4. März die gleiche war, als die Mitternachtshöhe am 16. April. Das gleiche Verhältniss besteht zwischen dem 3. März und dem 4. Mai zu Polaris Haus; überhaupt zwischen der Mittags- und Mitternachtshöhe der Sonne an allen jenen Tagen, die sich in der folgenden kleinen Tabelle gegenüber stehen.

Intensität der Sonnenstrahlung für gleiche Sonnenhöhen, um Mittag und Mitternacht.

Polaris Bucht.

Datum		Intensität der Sonnenstrahlung		△ R
		Mittag	Mitternacht	
1872		o	o	o
März 4	April 16	23.4	4.6	18.8
5	17	0.9	0.7	0.2
7	20	4.1	0.8	3.3
8	21	37.2	0.6	36.4
9	22	42.2	17.1	25.1
11	24	44.2	3.7	40.0
13	27	43.3	2.0	41.3
14	28	47.9	0.2	47.7
15	29	47.6	11.8	35.8
16	Mai 1	52.8	26.3	26.5
17	2	48.7	3.6	45.1
18	3	55.3	7.4	47.9
19	5	45.6	5.9	39.7
22	10	62.7	7.8	54.9
24	12	63.3	13.5	49.8
25	14	35.1	12.9	22.2
April 2	30	61.7	39.2	22.5
3	Juni 2	70.1	10.2	59.9
4	5	63.4	27.6	35.8
5	10	22.1	10.4	11.7
6	21	62.0	48.3	13.7
Süd-Nord				32°.3

Polaris Haus.

Datum		Intensität der Sonnenstrahlung		△ R
		Mittag	Mitternacht	
1873		o	o	o
März 3	Mai 4	18.5	3.6	14.9
4	5	12.2	9.8	2.4
5	7	38.9	6.7	32.2
6	8	40.4	14.7	25.7
7	10	42.5	3.8	38.7
8	12	36.4	3.4	33.0
10	14	17.7	2.2	15.5
11	16	9.8	6.7	3.1
12	18	(4.5)*	(23.3)*	(18.8)*
13	20	46.1	34.1	12.0
15	24	43.7	0.6	43.1
18	31	56.6	33.2	23.4
Süd-Nord				24°.5

*) Nicht berücksichtigt.

Die obige Tabelle bedarf weiter keiner Erklärung. Wie ersichtlich ist, enthalten die mit △ R bezeichneten Columnen die Differenzen der Intensität der Strahlung für die obere und untere Culmination der Sonne.

Es zeigt sich, dass in der Polaris Bucht die Intensität der Strahlung für die gleiche Sonnenhöhe um 32°3 grösser ist, wenn

die Sonne im Süden als wenn sie im Norden steht.[1]) Um dieses Verhalten zu erklären, untersuchten wir die gleichzeitig angestellten hygrometrischen Beobachtungen[2]), aus welchen hervorgeht, dass die Differenz in der Spannkraft des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfs, die diesem Werthe entsprechen würde, gleich 0.088″ engl. ist. Es würde demnach einer Zu- oder Abnahme der Spannkraft von 0.001″ eine Zu- oder Abnahme der Intensität der Strahlung von 0°37 gleichkommen.

Für Polaris Haus stellt sich die oben erwähnte Differenz in der Intensität der Strahlung zu 24°5 und die Differenz in der Spannkraft des Wasserdampfes zu 0.0063″ heraus. Als Coëfficient der Intensität der Strahlung für 0.001″ Spannkraft würde sich demnach 0°40 Fahr. oder 0°22 Cels. ergeben, von welchem Werthe wir in unserem Falle Gebrauch machen wollen.

Die folgende kleine Tabelle enthält die nicht corrigirten und corrigirten Resultate für Polaris Bucht und Polaris Haus.

Polaris Bucht, 1872				Polaris Haus, 1873				
Mittlerer Tag der Woche	Wärmestrahlung nicht corrigirt	Correction	Wärmestrahlung corrigirt	Mittlerer Tag der Woche	Wärmestrahlung unverbessert	Correction	Wärmestrahlung verbessert	△
	°	°	°		°	°	°	°
April 23	51.2	+11.2	62.4	April 23	43.1	+12.0	55.1	7.3
30	55.9	14.4	70.3	30	36.4	19.2	55.6	14.7
Mai 7	55.8	17.6	73.4	Mai 7	54.1	13.6	67.7	5.7
14	56.4	34.0	90.4	14	50.4	33.6	84.1	6.3
21	59.0	46.0	105.0	21	51.9	46.8	98.7	6.3
28	62.4	44.4	106.8	28	54.1	+27.2	81.3	25.5
Juni 4	55.6	60.0	115.6					
11	48.9	58.8	107.7					
18	54.3	+59.6	113.9					

Für 3°2 lat. beträgt also die mittlere Differenz 11°0 Fahr. = 6°11 Cels.

somit für 1° lat. △ = 3°4 Fahr. = 1°89 Cels.

---

[1]) Diejenigen, die an die Existenz eines offenen Polarmeeres glauben, dürften vielleicht geneigt sein, hierin eine Stütze ihrer Ansicht zu suchen.

[2]) Weiter auf diese Beobachtungen einzugehen ist hier nicht möglich. Wir wollen nur erwähnen, dass wir ständliche Psychrometerbeobachtungen anstellten, die selbst während der kalten Jahreszeit, bei den niedrigsten Temperaturen, nicht unterbrochen wurden und äusserst zufriedenstellende Resultate lieferten, vorausgesetzt, dass mit der nöthigen Vorsicht und Geduld experimentirt wurde. Mangel hieran scheint an dem Scheitern der Versuche Schuld

Angenommen, wir hätten keine correspondirenden hygrometrischen Beobachtungen angestellt oder wir würden dieselben hier unberücksichtigt lassen, so würde nach den vorliegenden Werthen einer Breitenzunahme von 1°, sogar eine Zunahme der Intensität der Strahlung von 2°6 Fahr. = 1°44 Cels. entsprechen. Man darf indessen den hygrometrischen Daten keinen grossen Werth beilegen, da die aus denselben abgeleiteten Elemente nur für diejenige Luftschicht Giltigkeit haben, die sich unmittelbar über dem Beobachtungsorte befindet. In grösserer Höhe kann gleichzeitig die Spannkraft des Wasserdampfes, oder auch die relative Feuchtigkeit, grösser oder geringer sein, je nach der vorherrschenden Windrichtung.

Da die Intensität der Sonnenwärme an irgend einem Punkte der Erdoberfläche durch die Differenz zwischen den Ständen zweier Thermometer ausgedrückt wird, von welchen das eine die Temperatur der Luft im Schatten anzeigt, während das andere den Strahlen der Sonne ausgesetzt ist, so wird ihre Intensität in hohem Grade von der Temperatur der Luft an dem Beobachtungsorte abhängig sein. Es liesse sich demnach annehmen, die grössere Intensität in Polaris Bucht, gegenüber Polaris Haus, wäre nur scheinbar, wäre nur das Resultat einer niedrigeren Lufttemperatur an ersterem Orte. Ich gebe deshalb die mittleren Temperaturen der beiden Localitäten für die in Rede stehenden Monate. Für:

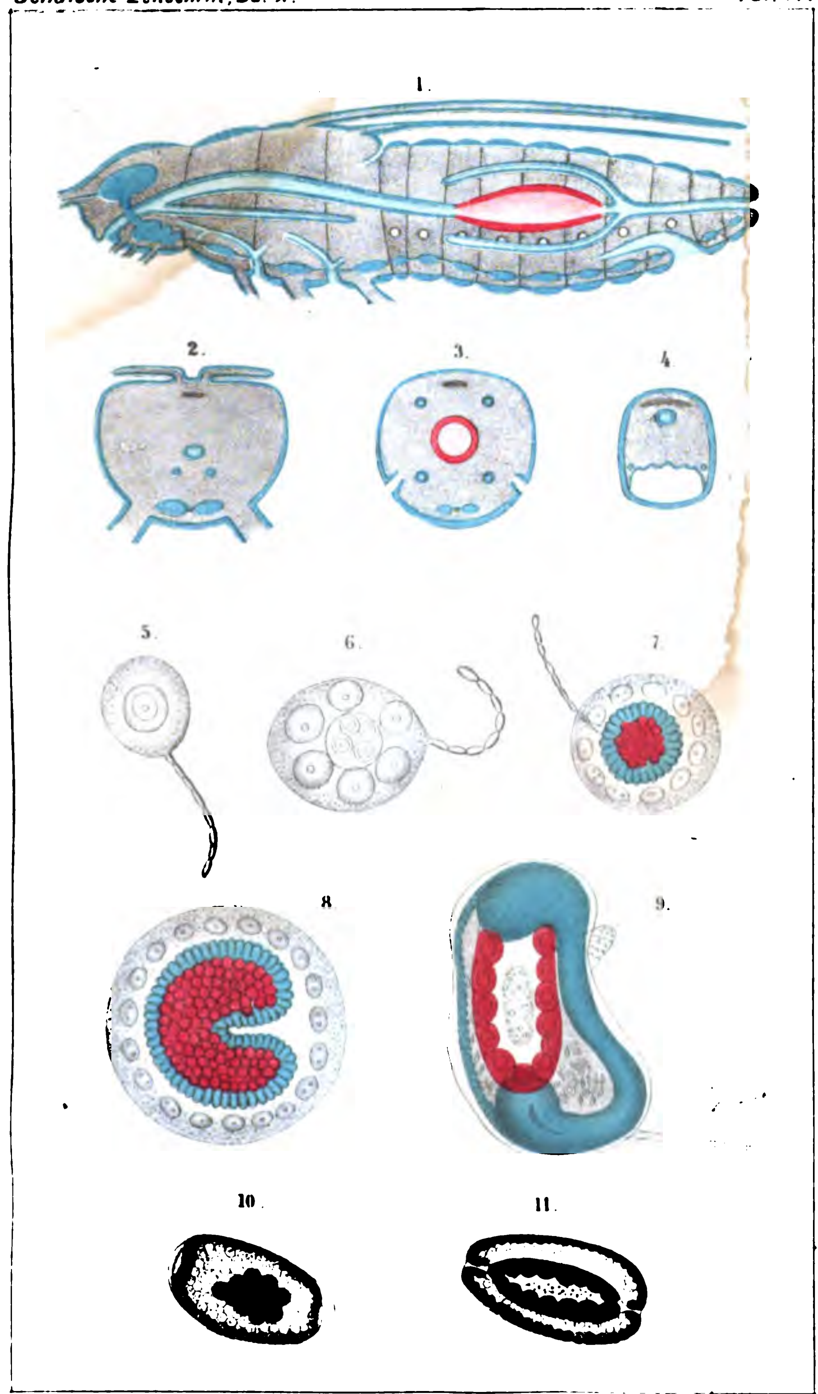
	Polaris Bucht	Polaris Haus	△ T
April	— 22.09° C	— 20.41° C	1.68°
Mai	— 08.44	— 06.76	1.68
Juni	+ 02.47		

zu tragen, die bis jetzt von anderen arctischen Expeditionen gemacht wurden. Der berechnete wahrscheinliche Fehler einer Einzelbeobachtung, bei den niedrigsten Temperaturen, fällt nahezu mit der Grenze des Ablesungsfehlers zusammen und der Unterschied zwischen der aus der Psychrometerdifferenz abgeleiteten Temperatur des Thaupunktes und der gleichzeitig vermittelst eines Regnault'schen Thaupunktapparates beobachteten, betrug nie mehr als + 0°6 Fahr. Diese Beobachtungen sind in der Abtheilung „Hygrometrical Results" eines starken Quartbandes niedergelegt, der unter dem Titel „Scientific Results of the U. S. Arctic Expedition, under C. F. Hall. Vol. I Geo-Physical Observations, by Dr. Emil Bessels" erscheinen wird. Der Druck desselben, von der Regierung der Vereinigten Staaten Nordamerikas unternommen, begann schon Ende Februar dieses Jahres, dürfte aber nicht so rasch beendigt werden, als wünschenswerth ist.

Für Juni besitzen wir in Polaris Haus keinerlei Aufzeichnungen. Für April und Mai zeigt sich jedoch eine Differenz von 1°68, d. h. die Temperatur in Polaris Bucht stellt sich um den genannten Werth niedriger heraus. Da sich die Differenz auf 3°2 lat. vertheilt, so beträgt $\triangle$ T für 1° lat. 0°52 Cels., was unser Resultat nicht wesentlich ändern würde.

Wir verzichten darauf, hier irgend welche Erklärung für diese Thatsache zu bieten, zumal die Beobachtungen an beiden Localitäten mit einem und demselben Thermometer gemacht wurden. Anfangs glaubten wir, die Differenz durch die ungleiche Häufigkeit der Sonnenflecken während 1872 und 73 erklären zu können, kamen jedoch dadurch zu keinem befriedigenden Resultat. Als uns durch die Liberalität des Marineministeriums der Vereinigten Staaten zu Anfang des vergangenen Sommers ein Fahrzeug zur Disposition gestellt wurde, um im Norden der Berings-Strasse gewisse Untersuchungen zu verfolgen, rüsteten wir uns mit einer Anzahl von Thermometern, einer Thermosäule, mit mehreren nach verschiedenen Principien construirten Pyrheliometern aus, um vergleichende Beobachtungen anzustellen. Wir begannen dieselben während der Reise quer über den Continent, von Washington nach San Francisco, auf Höhen von 1000′ bis 8000′ und gedachten dieselben von 70° N. lat. bis zur Breite von Panama auszudehnen, allein ein unangenehmer Schiffbruch brachte die Reise, nachdem wir kaum 10 Tage auf See gewesen, zu einem plötzlichen Ende. Vielleicht dürften die Theilnehmer an künftigen Polar-Expeditionen Musse und Gelegenheit finden, einschlägige Beobachtungen anzustellen, die selbst dann, wenn sie nur roh, wie die vorliegenden, mit geschwärzten Thermometern ausgeführt würden, immerhin interessante Resultate liefern dürften.

Smithsonian Institution
Washington, D. C., 22. October 1875.



P. Mayer del. Verl. v. Herm. Dufft, Jena Lith v. E. Giltsch, Jena.

Nepini *Belostomata* *Naucorides* *Notonecti*
Ploteres
Reduvini *Galgulini*
Scutati *Membranacei*
Coreodes *Lygaeodes* *Capsini*
Fulgorina *Membracina*
Stridulantia *Cicadellina*

Heteroptera

Coccina
Aphidina
Psyllodes
Phytophthires

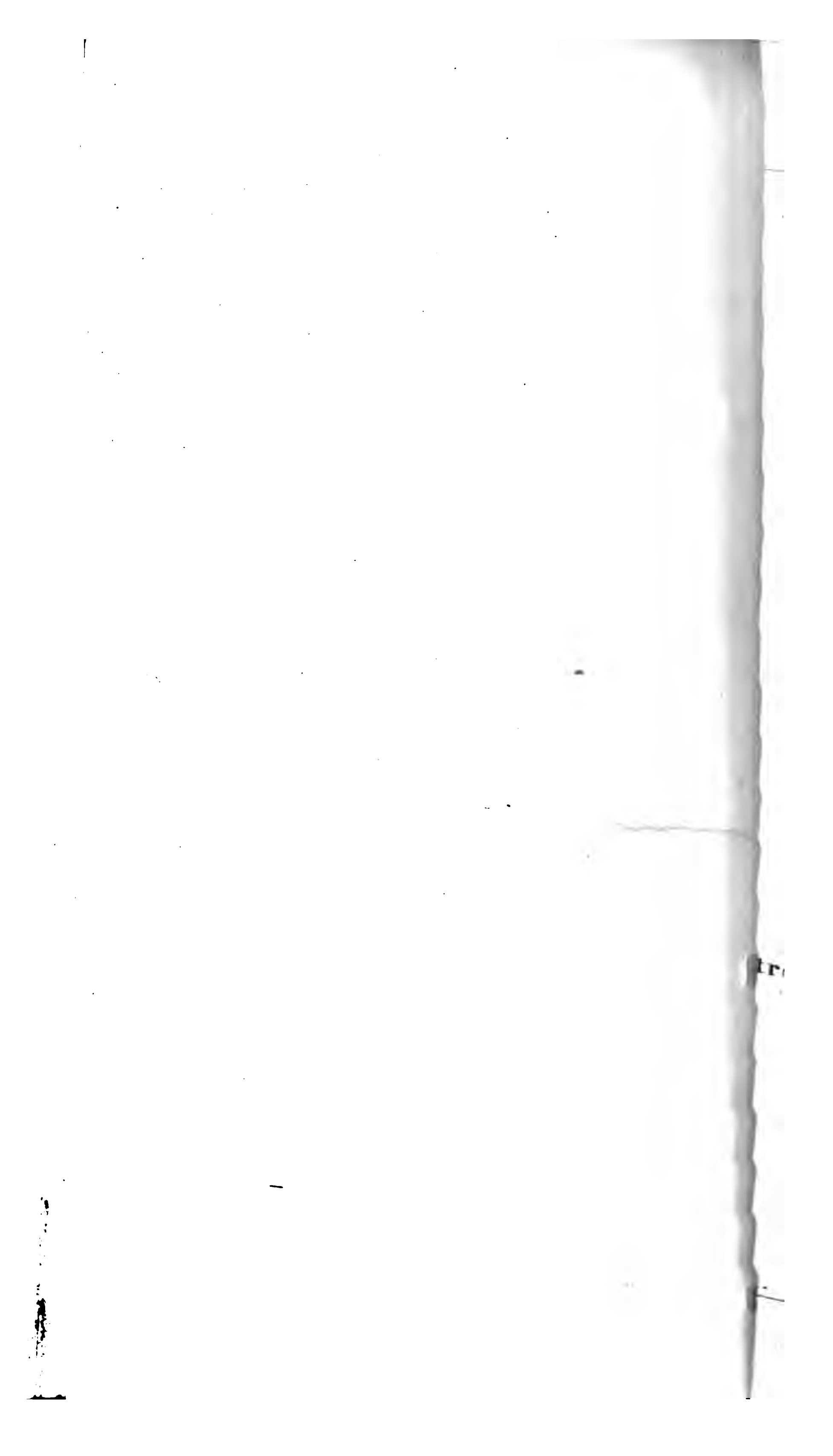
Homoptera

[P]ediculida
Mallophaga
Parasita

Prothemipteron

IV.

Lith Anst. v. G. C. Müller, Jena



Myrmeleontidae *Hemerobidae* *Panorpina*

Trichoptera *Megaloptera* *Sialidae*

Planipennia

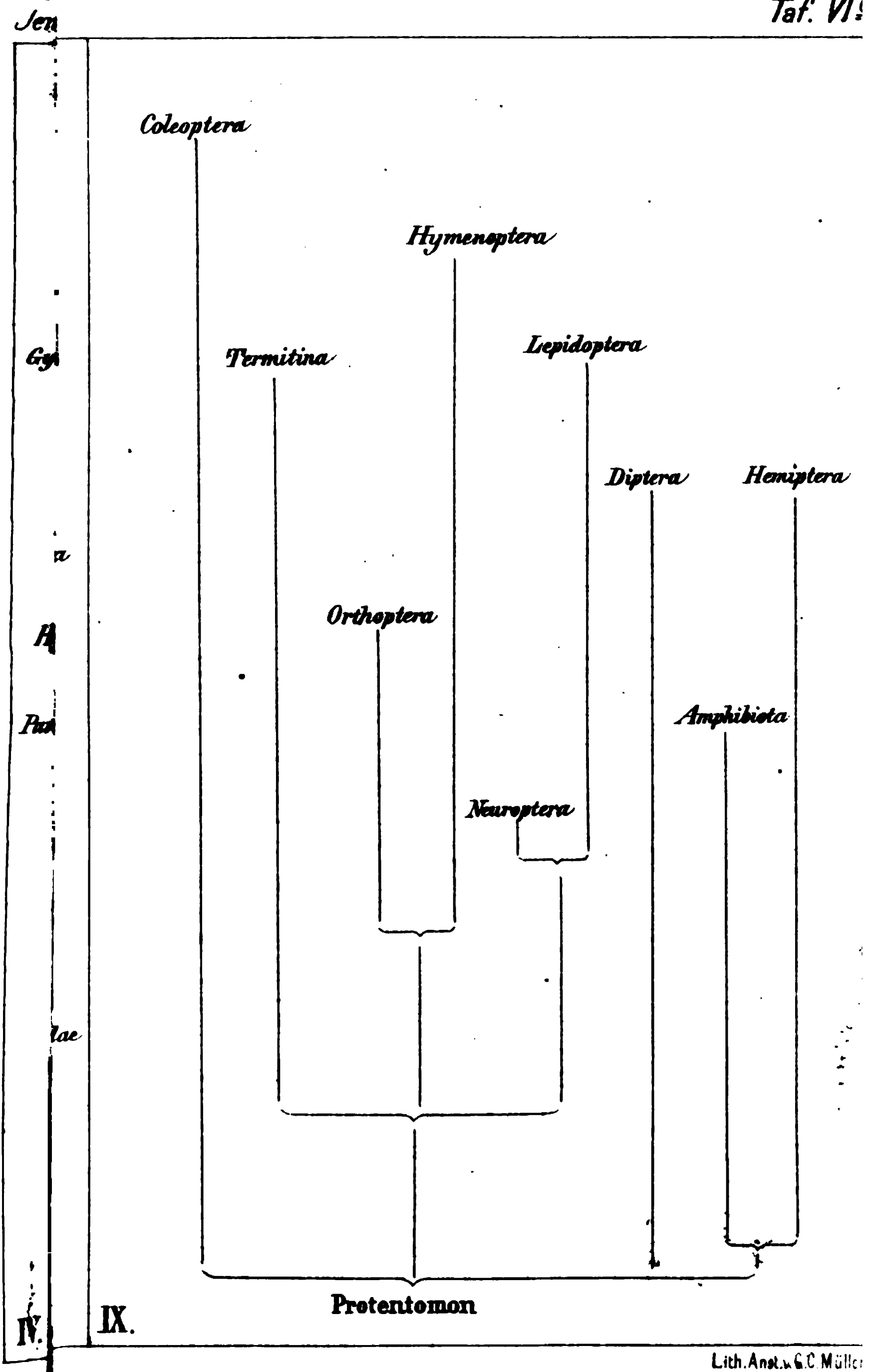
trepsiptera

?

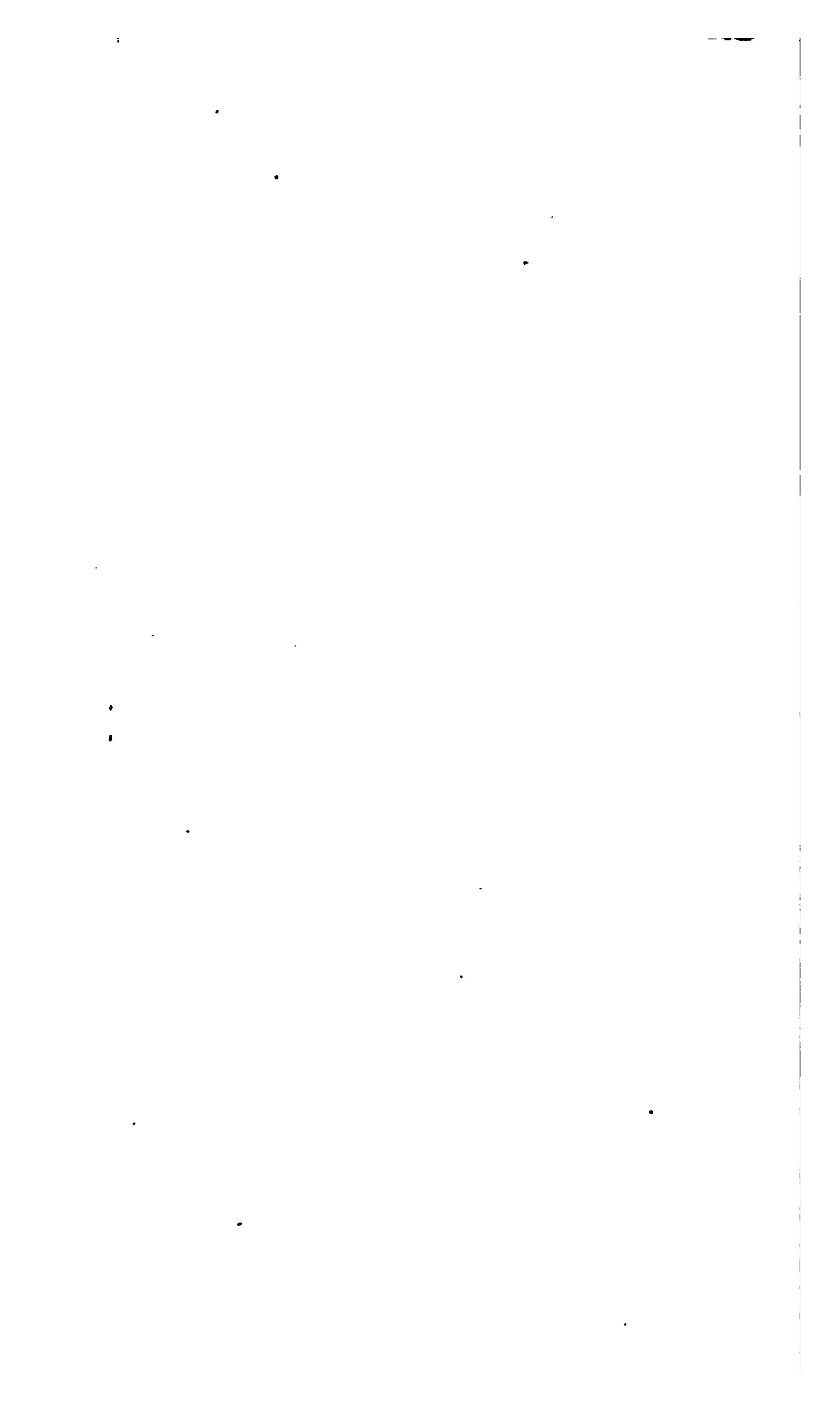
Protoneuropteron

Lith. Anst. v. G. C. Müller in Jena.

Taf. VI



Lith. Anst. v. G. C. Müller



Beiträge zur Anatomie der Echinodermen.

Von

Dr. Reinhold Teuscher.

Hierzu Tafel VII u. VIII.

I. Comatula mediterranea.

Wenn man durch den vorsichtig entkalkten Strahl einer wohlerhaltenen, d. h. sogleich nach dem Fang in Alcohol gehärteten Comatula mediterranea dünne Schnitte macht, so erhält man constant das bei Fig. 1 dargestellte, nur hier und da durch Verzerrung der Weichtheile unwesentlich modificirte Bild. Von der dorsalen (aboralen) Seite beginnend, erscheint zuerst das bei unserer Art mehr oder weniger halbmondförmige Kalkglied, äusserlich noch von der Hautschicht umhüllt und von dem sogenannten Centralcanal durchbohrt, von welchem man längst weiss, dass er keinen Canal, sondern einen soliden Strang enthält. Nur über die Natur dieses Stranges sind die Beobachter noch nicht einig; die einen halten ihn für einen einfachen Bindegewebsstrang, andere (Semper) vermuthen, dass er vielleicht der Nerv sein könnte. Die Histologie der Echinodermennerven ist trotz der Bemühungen vieler Forscher noch heute wenig bekannt. Der hier in Rede stehende Strang, rings von Kalkmasse umschlossen, ist kaum isolirbar, und nur an Längsschnitten durch entkalkte und eingebettete Strahlen konnte ich eine Ansicht erhalten. Der Strang besteht aus einer fein granulirten Masse mit entschiedener Längsfaserung, doch sind die Grenzen der Fasern nicht scharf genug, um ihre Dicke messen zu können. Ueberall in diese Masse eingebettet liegen kleine Körner — wahrscheinlich Zellen, doch konnte ich die Kerne nicht sehen — deren grösste nicht über 0,002 M. Durchmesser zeigen, zerstreut; doch findet man sie vorzüglich an

der ventralen Seite des Stranges angehäuft. Hin und wieder sieht man Haufen von bräunlichen Pigmentkörnern. Die Histologie dieses Gewebes, soweit ich dieselbe ergründen konnte, giebt also keinen sichern Anhaltspunkt für die Erkenntniss seiner Bedeutung.

Durch sämmtliche Glieder des Strahls, sich in die Pinnulae abzweigend, setzt der Strang sich fort und tritt aus den ersten Radialien in den Kelchknopf ein, wo er zur Bildung des sogenannten Herzens beiträgt. Ich wende mich hier zur näheren Beschreibung dieses zierlichen Organs, für welches ich den Namen „Gefässcentrum“ vorschlage. Nachdem die fünf Centralstränge in die im Innern des Kelchknopfs enthaltene Höhle getreten sind, verbinden sie sich unter einander durch Commissuren und bilden so einen geschlossenen Ring, ganz ähnlich dem Nervenring der Echinodermen, welcher den Eingang des oben genannten Gefässcentrums umschliesst. Ein Horizontalschnitt dieser Gegend (Fig. 2) zeigt im Centrum dieses Ringes csr die Spitze einer vom Boden des Gefässcentrums sich erhebenden Mittelsäule (cl); ein kreisförmiges Gebilde, dessen peripherischer Theil fünf grössere (k), und dessen centraler Theil eben so viele kleinere Gefässöffnungen darbietet, alle an deutlichen Epithelien vollkommen kenntlich. Den ringförmigen Raum zwischen dem Ring des Centralstrangs und der Columella füllt nach oben ein vielfach verschlungenes Gefässnetz mit verkalkten Wänden, welches dort unmittelbar mit den lacunären Gefässräumen um den Darm zusammenhängt, in seinem unteren Raum in einen grösseren, ebenfalls ringförmigen Behälter erweitert ist (mgr, Fig. 2) und nach unten in zehn Blindsäcke ausläuft, die sich in die Kalkmasse des Kelchknopfs nach unten und aussen erstrecken und dort endigen. Fünf davon sind radial, fünf interradial. Einen davon zeigt Fig. 3, gb.

Die fünf Centralstränge haben sich, wie oben gesagt, gespalten, um die verbindenden Commissuren zu bilden. Von dem Anfang jeder Commissur geht ein Zweig nach unten ab, d. h. nach dem Gefässcentrum zu, und diese zehn Zweige treten zwischen den zehn Gefässblindsäcken hindurch, um sich sogleich wieder zu einer Masse zu vereinigen, welche die gesammte Peripherie dieser Gefässhöhle auskleidet (Fig. 3). Die histologische Beschaffenheit dieser Masse ist, soweit ich sie erkennen konnte, im Ganzen dieselbe, wie die der Stränge; doch erscheinen stellenweise etwas schärfer begrenzte Fasern, zahlreichere und grobkörnigere Pigmenthaufen, die äusseren Theile färben sich mit Carmin viel

intensiver. Doch lassen sich verschiedene Schichten nicht unterscheiden. Die eigentliche Höhle des Gefässcentrums hat bei einer erwachsenen Comatula 0,15 M. Höhe und 0,4 M. Breite. In ihrer Mitte wird sie senkrecht von einer Säule durchsetzt, etwa 0,08 M. dick, welche sich nach oben wenig verdünnt, und fünf Scheidewände (sw, Fig. 2) nach den Seiten aussendet, die den Raum in fünf Kammern abtheilen. Diese Kammern verengern sich nach oben und laufen in die fünf Gefässe aus, welche um die Columella herumliegen (Fig. 2 und 3, k). Die fünf feinern Gefässe, welche auf dem Querschnitt im Innern der Columella erscheinen, erweitern sich an der Basis derselben und entsenden ein im Ursprung spindelförmig erweitertes Gefäss in jede der Cirrhen (cg, Fig. 3), welches die ganze Cirrhe bis ans Ende in der Axe der Kalkglieder durchläuft, ebenso wie es der Centralstrang mit den Strahlen und Pinnulis thut. Aber in jedem dieser Gefässe, die übrigens, sowie alle bisher in dem Gefässcentrum beschriebenen Gefässe, auch die fünf grösseren Höhlen, mit einem sehr deutlichen Epithelium ausgekleidet sind, sehe ich vom Anfang bis ans Ende einen dünnen Strang verlaufen, von leicht granulirtem, längsstreifigem Ansehen, kurz dem Centralstrang der Strahlen ganz ähnlich, und offenbar aus dessen Centralmasse am Boden des Gefässcentrums entspringend. Den Durchmesser der Cirrhengefässe finde ich 0,0135 M., den der Stränge 0,0045 M., den der Zellen des Gefässepithels 0,0025 M.

Bekanntlich dienen die Cirrhen der Comatula, um sich an Seetang oder dergl. zu befestigen; da dieselben der Muskeln entbehren, so könnte vielleicht eine Injection von Flüssigkeit in die beschriebenen Gefässe die Cirrhen strecken, während bei deren Rückfluss durch die Elasticität der Ligamente die Krümmung von neuem hervorgebracht und so ein Festhalten ermöglicht würde. Kehren wir jetzt zur Betrachtung des Strahlenquerschnitts zurück.

An das Kalkstück jedes Strahlengliedes legen sich beiderseits die Muskeln an (Fig. 1, m), welche von den Vorsprüngen jedes Strahlengliedes zu denen des folgenden reichen und die Strahlen nach der Mundseite hin zu beugen bestimmt sind. Zwischen den beiden Muskeln liegt ein dreieckiger Spalt (Fig. 1, mg), von einem Gefäss gebildet, welches ich zur Unterscheidung von andern das Muskelgefäss nennen will. Es wird ringsum von einem deutlichen Epithelium ausgekleidet; zwischen diesem und den Muskeln liegt noch eine dünne Schicht hyalinen Bindegewebes,

einige wellige Fasern, Körner und Pigmenthaufen enthaltend. Dieses Muskelgefäss durchläuft den ganzen Strahl und giebt an jede Pinnula einen Zweig ab; nach der Basis des Strahls hin erweitert es sich etwas und begleitet denselben an der Aussenseite des Kelchs herab bis zum Kelchknopf, über den oben beschriebenen Ring der Centralstränge herabtretend, wo es in die dort vielfach anastomosirenden Blutgefässe und in das Ringgefäss (mgr, Fig. 2 u. 3) eintritt. Die Erweiterung, die das Gefäss an der Basis des Strahls erfahren hatte, nimmt schnell wieder ab, sowie dasselbe am Kelche herabläuft; es bildet hier nur noch eine schmale Spalte mit fast parallelen Wänden.

Auf die beiden Seitenmuskeln und das eben beschriebene Gefäss, welche neben einander liegend ungefähr gleich weit herabreichen, folgt im Querschnitt des Strahls zunächst eine Zone hyaliner Bindesubstanz, die gewöhnlichen Elemente enthaltend und meist sehr pigmentreich, und dann treffen wir auf zwei neben einander liegende grössere rundliche Oeffnungen (sg, Fig. 1), nur durch eine dünne Scheidewand von einander getrennt und Gefässe darstellend, welche zum Unterschied die Seitengefässe heissen mögen. Dieselben sind ebenso wie das Muskelgefäss mit deutlichen Epithelien ausgekleidet, laufen am Strahl seiner ganzen Länge nach hin und geben an jede Pinnula einen Zweig ab; aber da, wo der Strahl an den Kelch tritt, begleiten sie denselben nicht nach der Basis hinab, sondern trennen sich von ihm, um zu einem einzigen Gefäss verschmolzen unter der Kelchdecke und zwar unter der betreffenden Ambulacralrinne auf die Mundöffnung zuzulaufen. Hier, unter der Kelchdecke, giebt das Gefäss in regelmässigen sehr geringen Abständen und nahezu senkrechter Richtung zum Hauptstamm eine grosse Zahl seitlicher Zweige ab. Diese Zweige anastomosiren vielfach unter einander und mit den aus den benachbarten Gefässen entsprungenen und bilden so ein wirres, lacunäres Gefässnetz, welches den Raum zwischen Kelchdecke und Darm, sowie den zwischen den Darmwindungen enthaltenen ausfüllt, auch den Darm in dünner Schicht äusserlich umgiebt, ohne aber mit der Bauchhöhle zu communiciren. An der Basis des Kelches gehen diese lacunären Bahnen unmittelbar in die Gefässe des Gefässcentrums über; die Stammgefässe selbst aber laufen unter den Ambulacralfurchen der Kelchdecke fort bis an den Mund, wo sie sich unter einander zu einem Gefässringe verbinden.

Die drei hier beschriebenen Gefässe sind auf verschiedene

Weise leicht injicirbar. Bohrt man mit einer passend zugeschliffenen Nähnadel vorsichtig von der Mitte des Kelchknopfes aus ein, bis der Widerstand aufhört, und injicirt durch ein konisches rings um das Bohrloch aufsitzendes Glasröhrchen, so füllen sich die drei hier beschriebenen Gefässe, sowie die Lacunarräume um den Darm. Dasselbe Resultat, obgleich viel seltener mit vollständigem Erfolg, erreicht man durch Einstich und Injection unter die Kelchdecke, wobei zumal das Gefässcentrum selten gefüllt wird. Am besten aber ist es, einem starken Exemplar einen Strahl nahe am Kelch abzuschneiden (doch nicht nahe genug, um die Leibeshöhle zu öffnen) und mittelst eines feinen, etwas konischen Röhrchens das Muskelgefäss zu injiciren. Dies lässt sich eben so wohl in der Richtung des Kelches, als des Strahles ausführen, und eine recht vollständige Injection des letzteren erhält man so am besten.

In dem zwischen den beschriebenen Gefässen liegenden mehr oder weniger dreiseitigen Raume findet sich eine Lücke im Bindegewebe (Fig. 1 und 4, bl), meist rundlich-dreieckig, oft etwas verzerrt. In ihrer Mitte verläuft ein Rohr, von welchem sogleich die Rede sein wird; sie selbst communicirt durch nicht allzu feine Canäle mit jedem der drei beschriebenen Gefässe, diese so unter einander in Zusammenhang bringend; und zwar sind die Verbindungen mit den Seitengefässen so häufig, dass man sie fast in der Hälfte der Schnitte findet, wiederholen sich also an jedem Strahlengliede mehrfach; die mit dem Muskelgefässe sieht man nur selten und nur an Injectionspräparaten. Das Epithelium der Gefässe setzt sich in die Bindegewebslücke durch die Anastomosen fort. Im Mittelpunkte der Bindegewebslücke, oft etwas excentrisch, befindet sich ein nur durch wenige feine Fäden peripherisch befestigtes Rohr (sr, Fig. 1 und 4), innerlich, und wie mir scheint, auch äusserlich mit Epithelium bekleidet. Dasselbe entspricht seiner Lage nach offenbar dem von J. Müller für Pentacrinus abgebildeten und für den Nerven gehaltenen Strange; Semper hat dasselbe (Würzb. zool. Arbeiten 74, pag. 261) in der Abbildung des Strahlenschnitts einer philippinischen Comatula dargestellt und dem Genitalapparat zugerechnet. Der fragliche Gegenstand ist nicht ein solider Strang, sodern eine Röhre von durchschnittlich 0,036 M. Durchmesser, mit deutlichem Epithelium ausgekleidet und in seinem Lumen hie und da einige lose Zellen von 0,004 M. Durchmesser enthaltend.

An den Stellen, wo die Anastomosen der Zellgewebslücke zu den Seitengefässen abgehen, sieht man fast immer, von der Röhre

entspringend und in die Anastomosen hineinragend, aber sehr selten deren Mündung in die Seitengefässe erreichend, Erweiterungen, deren Wände man ringsum als von dem Rohr ausgehend und dahin zurücklaufend, zu den Seitengefässen aber keine Beziehung habend, verfolgen kann. In der Semper'schen Figur (l. c., p. 261) findet sich ein Strang (mit r bezeichnet), durch von ihm ausgehende Zweige in Verbindung gebracht mit zwei grösseren Oeffnungen (ov'), welche er als eierhaltig zeichnet und Ovarien nennt, während der Strang r offenbar meinem Rohr (nebst Zellgewebslücke) und seine Ovarien ov' meinen Seitengefässen entsprechen, in welchen ich in sehr zahlreichen Querschnitten durch alle Regionen des Strahls niemals eine Spur von Geschlechtsproducten gefunden habe. Ausser Comatula medit. von Triest konnte ich noch eine Comatula aus der Südsee untersuchen, welche ich der Güte des H. Dr. G. v. Koch verdanke, ebenso eine Actinometra von Prof. Häckel im rothem Meer gesammelt und mir freigebigst zur Verfügung gestellt. Die Strahlenquerschnitte beider gleichen in allen wesentlichen Punkten dem der Comat. medit., und unterscheiden sich nur in Nebensachen, dem Grössenverhältniss der Weichtheile zu den Kalkstücken, der Pigmentmenge u. dergl. Sollte Semper's philippinische Comatula wirklich so sehr abweichen, dass zweifellose Gefässe bei ihr in Ovarien umgewandelt wären, oder könnten sich bei der Behandlung der Schnitte Eier von anderwärts her in dieselben verirrt haben? Ich neige mich zu der letzten Ansicht.

Auf Durchschnitten durch das Ergänzungsstück eines abgebrochenen Strahls, an welchem die Pinnulae noch wenig entwickelt sind und die des Endes nur warzenartig angedeutet erscheinen, bildet unsere Bindegewebslücke geradezu ein viertes Gefäss, auch an Lumen den drei andern gleich und von ihnen nur durch sehr dünne Wände geschieden. In dem weiten Raume erscheint das Rohr sehr deutlich, Ausstülpungen fehlen ihm ganz, und seine Seitenzweige treten auf das Entschiedenste nicht zu den Seitengefässen, sondern in das zwischen diesen und dem Muskelgefässe liegende Bindegewebe. Die in ihm enthaltenen Zellen sind hier zahlreicher und treten stellenweise als wohl begrenzte Coagula auf.

Ehe ich hier weiter gehen kann, muss ich den Bau der Pinnulae erörtern, und zwar beginne ich mit der Beschreibung des Querschnitts einer sterilen Pinnula von der Basis des Strahls (Fig. 5) als dem einfacheren Falle. Wir finden in demselben alle

wesentlichen Theile des Strahls wieder. Der Masse nach tritt das Kalkskelett gegen die Weichtheile bedeutend zurück. An den Kalkgliedern entlang laufend finden wir ein Gefäss (mg), das dem Muskelgefäss des Strahles entspricht; an der entgegengesetzten, ventralen Seite der Weichtheile ein anderes (sg), die Seitengefässe repräsentirendes, aber einfaches Gefäss. In der Mitte der Weichtheile befindet sich eine Zellgewebslücke (bl) (ein drittes Gefäss), welche mit jedem der beiden andern durch Anastomosen in Verbindung steht und in seinem Innern ein Rohr (sr) enthält, welches dem in Fig. 1 u. 4 dargestellten genau gleicht.

Den Durchschnitt durch eine fruchttragende männliche Pinnula zeigt Fig. 6. Man sieht die beiden Gefässe wie vorher; das Rohr bei sr, Fig. 4 ist aber weit ausgedehnt, hat das Bindegewebe der Pinnula weit auseinander gedrängt und enthält die Geschlechtsproducte. Der dasselbe umgebende Raum entspricht der Bindegewebslücke bei bl, Fig. 4 u. 5 — derselbe ist mit der Flüssigkeit erfüllt, welche die Gefässe führen, deren Oeffnungen wenn auch nicht direct zu sehen, so doch durch Injection leicht nachzuweisen sind.

Die sogenannten Kelchpinnen enthalten die beiden Gefässe, aber keine Spur von Bindegewebslücke und Rohr. An der Stelle der Ambulacralrinne ist ihr Innenrand leicht abgerundet.

Die Verbindung der Gefässe der Pinnulae mit den entsprechenden des Strahls lässt sich direct darlegen, wenn man an gut injicirten Exemplaren Schrägschnitte durch den Strahl in der Richtung der abgehenden Pinnulae macht. Ein solcher Schuitt ist Fig. 7 dargestellt, die Pinnula ist in der Längsrichtung getroffen. Man sieht die Anastomon des Muskelgefässes des Strahls mit dem entsprechenden der Pinnula, ebenso die des Seitengefässes mit dem vorderen Gefäss der Pinnula, und endlich erstreckt sich von der Bindegewebslücke eine Communication zur Basis der Pinnula, in welcher eine Abzweigung der „Röhre" ebendahin verläuft. Die abgebildete Pinnula gehört einem männlichen Thiere und ist mit Sperma gefüllt; man sieht die Abzweigung der Röhre an die Hüllmembran des Hodens herantreten nur, durch eine leichte Einschürung von ihr getrennt.

Ich halte also die betreffende „Röhre" des Strahls mit Semper für ein Zubehör der Sexualorgane, aber auf etwas verschiedene Weise. Semper weist den Zusammenhang derselben mit den Pinnulis nicht nach, meint aber, dass von den in den Pinnulis enthaltenen Ovarien zur Zeit der Geschlechtsreife Verlängerungen

ausgehen, welche sich in die Weichtheile des Strahles hineinerstrecken, „ehe sie sich mit einander durch den in der Mittellinie verlaufenden Strang vereinigen“. Dass in dem noch unvollkommen entwickelten Strahl die Röhre mit ihren Abzweigungen schon ausgebildet ist, ehe nur die Pinnulae fertig entwickelt sind, ist oben schon erwähnt. Ausserdem finden wir aber bei allen Echinodermenordnungen ausser den Crinoiden die Eierstöcke in der Leibeshöhle liegend und dürfen wohl glauben, dass dort ihre primitive Stätte sei. So muss es auch wohl bei den armlosen Cystideen gewesen sein, denen man sogar eine am Kelch liegende Geschlechtsöffnung zuschreibt. Wäre es nun nicht natürlich anzunehmen, dass die Sexualorgane sich in die anfangs rudimentären Strahlen und deren Pinnulae hineinerstreckten, und mit den allmählich wachsenden Strahlen sich vom Kelch entfernten? Die Bindegewebslücke würde also die Ausstülpung der Sexualhöhle darstellen, und die fragliche Röhre würde nichts sein, als ein rudimentäres Organ, sie würde den Weg bezeichnen, den die Sexualorgane bei ihrer Dislocation genommen haben. Gegen Semper spricht auch die Thatsache, dass die „Röhre“ sich auch in den sterilen Pinnulis vorfindet, und dass sie nach der Spitze des Strahles zu weit über die fruchttragenden hinausgeht; ob sie bis zur äussersten Spitze reicht, konnte ich nicht entscheiden. Nach dem Kelch zu verfolgt man sie leicht bis zu der Stelle, wo Muskel- und Seitengefässe auseinanderweichen. Dort endigt sie, soweit ich ermitteln konnte, stumpf und zwar ist das äusserste Ende nicht hohl, sondern solid. Nach der Basis des Strahls hin nimmt ihre Dicke zu; ob ihr Ende die Leibeshöhle erreicht, blieb zweifelhaft. Auf keinen Fall setzen sich diese Röhren unter der Kelchdecke nach dem Munde hin fort, am wenigsten bilden sie einen Ring um letzteren, wie J. Müller annahm.

Die in den Pinnulis liegenden Geschlechtsorgane sind bei beiden Geschlechtern gleichmässig gebaut. An der Basis hängen sie mit dem Ausläufer des Sexualrohres des Strahles zusammen; auch mit der Spitze haften sie an der Pinnula fest, wie man sich überzeugen kann, wenn man durch einen scharfen Schnitt die Pinnula der Länge nach theilt und aus den Hälften die Ovarien unter dem Simplex herauslöst. Im Uebrigen liegen sie ganz frei und werden rings von dem Inhalt der beiden anliegenden Gefässe umströmt. Das Epithelium, welches die Hülle der Hoden innerlich auskleidet, ist sehr fein, die einzelnen Zellen messen nicht über 0,001 M., während die kleinsten des Ovarialsacks 0,0045

erreichen. In den letztern liegen die Eier, nicht sehr gedrängt, in allen Reifezuständen. Die ältesten haben bis 0,22 M. Durchmesser, der runde oder etwas ovale Nucleus 0,072 M., der scharf kreisförmige Nucleolus 0,009 M. Der letztere enthält wieder eine grosse Zahl ungleich grosser, stark lichtbrechender, gelblicher, kugliger Körper, mit Oeltröpfchen vergleichbar. Aeusserlich wird jedes Ei umhüllt von der anscheinend structurlosen Eihaut und ausserdem von einer Duplicatur des allen gemeinschaftlichen Ovarialsacks, mit seinem Epithelium. Nun findet man aber bekanntlich auch Eier, schon in der Furchung begriffen, äusserlich den Pinnulis anhängend. Sie sitzen den Seitenwänden derselben auf, oft dicht neben, aber nicht über einander, jedes in einer eignen Vertiefung der Wand; die Eihaut ist in unmittelbarer Berührung mit der Hautschicht der Pinnula und adhaerirt ihr so fest, dass sie selbst beim Durchschneiden nicht losgerissen werden.

Einige Autoren haben den Austritt der reifen Geschlechtsproducte durch Dehiscenz der Pinnulae erklärt, andere haben permanente Poren gesehen. Bei Comatula mediterranea finden sich beide Vorgänge, der erstere bei den weiblichen, der zweite bei den männlichen Thieren. An Querschnitten durch Pinnulae mit äusserlich anhaftenden Eiern findet man nicht selten Stellen, wie Fig. 8, at. Die dem anhängenden Ei entsprechende Stelle der Pinnulawand (Pw) ist von innen aus beträchtlich verdünnt, der Ovarialsack (os) in die verdünnte Stelle hinein gezogen und adhaerirt daselbst. Hier ist der Durchtritt erfolgt; die Wand wurde dem Ei gegenüber resorbirt, der Ovarialsack hineingestülpt und dann durchbrochen; die geöffnete Stelle schloss sich wieder. An den reifen männlichen Pinnulis, und zwar nur auf ihrer der Spitze des Strahles zugewendeten Seite, sieht man drei oder vier, selten fünf dunkler pigmentirte, in der Mitte aber hellere Stellen, welche sich im Profil als Erhöhungen darstellen und schon mit einer guten Lupe wahrzunehmen sind. (Fig. 9) Schält man die betreffende Seitenwand ab, so überzeugt man sich leicht unter dem Simplex durch Auseinanderziehen mit Nadeln, dass man wirkliche Poren vor sich hat.

Kehren wir jetzt zu unserem ersten Strahlenquerschnitt zurück. An dem untern, d. h. der Ambulacralfurche zugewendeten Ende der Scheidewand, welche die beiden Seitengefässe trennt, und meist noch etwas in dieselbe hineinragend, sieht man eine halbmondförmige Gefässöffnung, welche, je nachdem man einen Tentakel getroffen hat, oder nicht, entweder den zu demselben

führenden Canal, oder einen kurzen, rundlich blind endigenden Zweig abgiebt. Dieses Ambulacralgefäss (ag, Fig. 1, 4, 7) ist, wie alle bis jetzt beschriebenen Gefässe, mit einem feinen aber sehr deutlichen Epithelium ausgekleidet. Die nach den Tentakeln abgehenden Zweige werden nahe an ihrer Abgangsstelle von mehr oder weniger zahlreichen, feinen Bindegewebsfäden durchsetzt, welche die äusseren Theile der Ambulacralrinne an die Hauptbindegewebsmasse des Strahles befestigen. Dies Gefäss ist in Semper's Abbildung mit ct bezeichnet, doch finde ich keine Erklärung der Buchstaben. Es durchzieht den ganzen Strahl nebst Pinnulis und begleitet die Ambulacralrinne unter der Kelchdecke hin bis zum Mundrande, wo sich die fünf Ambulacralgefässe unter einander verbinden und einen Ring bilden.

Edm. Perrier (Arch. de Zool. exp. 1872, II) hat den Strahl der Comatula am lebenden Thiere, vorzüglich an Neubildungen, studirt und von Allem, was man von aussen sehen kann, eine vortreffliche Beschreibung geliefert. Er hat gefunden, dass immer je drei Tentakel aus einem gemeinschaftlichen Stamme entspringen, welche von ungleicher Grösse sind, und zwar ist der nach der Spitze des Strahls zu gelegene der längste. Dies lässt sich auch an Spiritusexemplaren gut beobachten, wenn man die Endpinnulae eines wenig pigmentirten Thieres, mit Carmin gefärbt, in Glycerin untersucht. Aber in einem andern Punkte muss ich von ihm abweichen. Auf jeder Seite der Ambulacralrinne, nach aussen von den Tentakeln und sie in ihrer ganzen Länge, von der Spitze des Strahles bis zum Munde begrenzend, läuft nämlich eine bindegewebige Leiste, deren freier Rand regelmässig zackig eingeschnitten ist: ich nenne sie die gezackte Leiste. (zl, Fig. 1.) In der Mitte zwischen je zwei Zacken liegt jedesmal eines der bekannten gelben Körner, deren Bedeutung noch immer räthselhaft bleibt; neben jedem Pigmentkorn und in die Zacke hineinragend jederseits ein Kalkstäbchen von meist gablicher Gestalt. Der Mitte jeder Zacke gegenüber liegt ein Seitenzweig des Ambulacralgefässes und der aus ihm hervorgehende Tentakelstamm. Nun sagt Perrier, dass der Tentakelstamm der Zacke nur lose angeheftet sei; auf Durchschnitten sieht man aber, dass diese beiden zusammen ein Ganzes ausmachen und dass die Tentakeln erst an der Spitze der Zacke frei werden. Am Tentakel selbst unterscheidet Perrier drei Schichten: die äussere Hülle, eine hyaline und eine Längsfaserschicht. (ng, Fig. 1, 4, 7.) Er hat

aber das innere Epithel übersehen, das man freilich von Aussen nicht wahrnimmt.

Noch eine letzte und von allen die kleinste Gefässöffnung finden wir nach Aussen vom Ambulacralgefäss, der Mitte desselben nahe liegend. Der Gestalt nach bildet sie ein sehr langgestrecktes Oval, und von Zeit zu Zeit sieht man von beiden Seiten aus, aber alternirend, ebenso wie die Zweige des Ambulacralgefässes, sich sehr enge spaltenartige Aeste (s, Fig. 4) in der Richtung nach den Tentakeln hin erstrecken, die sich aber nicht weit verfolgen lassen. In diesem Gefäss, im Gegensatz zu allen andern, habe ich nie ein Epithelium auffinden können. Es lässt sich leicht bis zur Spitze des Strahles nachweisen, scheint sogar dort an Capacität zuzunehmen; dagegen sieht man es unter der Kelchdecke nur unter günstigen Umständen, dann aber ganz deutlich. Ob auch die fünf Gefässe dieser Art sich zu einem Mundring vereinigen, habe ich nicht feststellen können; auch in den Pinnulis erscheint dieses Gefäss, es ist aber sehr zart und nicht leicht zu sehen. Perrier sah, die Ambulacralrinne en face betrachtend, in deren Mitte einen längsgefaserten Strang verlaufen, dessen Natur er für musculös hält, und der sich wohl nur auf unser Gefäss beziehen kann; in Semper's Fig. l. c findet sich mit x ein Strang bezeichnet, welcher seiner Lage nach mit demselben identisch sein dürfte. Semper hält es für möglich, dass er der Strahlennerv sein könne. Die beiden zuletzt beschriebenen Gefässe zu injiciren ist mir nicht gelungen. Bei Betrachtung der bekannten J. Müller'schen Figur vermisst man das Muskelgefäss (das er aber bei Pentacrinus zeichnet), das Ambulacralgefäss und das mit ng bezeichnete Gefäss; die beiden Seitengefässe, die er als ein einziges zeichnet, obgleich er angiebt, bisweilen eine Scheidewand darin gesehen zu haben, nennt er Ambulacralgefäss.

Wir kommen jetzt bei der äussersten Gewebsschicht, welche die ganze Ambulacralrinne durchzieht (Fig. 1 u. 4), an. Dieselbe besteht aus zwei Lagen, einer innern, helleren und einer äusseren, undurchsichtigern, die sich im Carmin viel stärker färbt; beide von ungefähr gleicher Mächtigkeit. Die innere Schicht zeigt auf dem Querschnitt eine körnige, durchscheinende Grundsubstanz, und wird nach Innen von den Wänden des zuletzt beschriebenen Gefässes begrenzt; seitlich stösst sie an die Bindesubstanz des Strahles ohne deutliche Abgrenzung. Sie wird von zahlreichen scharf gezeichneten Fasern durchzogen, welche alle sie in mehr oder weniger paralleler Richtung von Innen nach Aussen durch-

laufen, sich nach der äusseren Schicht zu vielfach gabeln und dann in die letztere eintreten. Zwischen diesen Fasern liegen vereinzelte Zellen von 0,0025 M. Durchmesser im Mittel und Pigmenthäufchen. Betrachtet man dieselbe Schicht von der Seite an einer durchsichtigen in Glycerin liegenden Pinnula, so bemerkt man an ihr eine scharfe Begrenzung nach Innen und ferner eine deutliche Längsfaserung. Ebenso auf Durchschnitten, welche man vom Mund aus radial durch eines der über die Kelchdecke laufenden Ambulacren legt. Zwischen dem fasrigen Längsstrange und der Zellenschicht sieht man hier noch eine Lage grösserer, blasser, mehr runder Zellen, und unter demselben, an den Wurzeln der Querfasern, eine schmale hyaline Bindegewebsschicht, in der auch einzelne Zellen liegen. Für eine genaue Abbildung eines solchen Längsschnittes verweise ich auf die spätere Darstellung der Ambulacralrinne der Asteriden. In der äusseren, undurchsichtigen Schicht erkennt man die Fortsetzung der durch Gabelung sehr zahlreich gewordenen Fasern der innern, welche auf die sie bedeckende Cuticula zulaufen. Alle ihre Zwischenräume sind so dicht mit ovalen Zellen von 0,003 M. Breite auf 0,006 M. Länge angefüllt, dass man nur an sehr dünnen Schnitten eine deutliche Einsicht in die Verhältnisse gewinnt. An schräg abfallenden Rändern von solchen findet man auch bisweilen Stellen, wo einzelne Zellen frei aus der Masse hervorragen, nur an eine Faser wie an einen Stiel befestigt; offenbar stehen beide mit einander in fester Verbindung. Der äusserste schmale Saum dieser Schicht nach der Ambulacralrinne zu ist etwas durchsichtiger und ärmer an Zellen, als der Rest; zuletzt folgt die sehr dünne und zarte, aber sehr deutliche Cuticula. Auch die Zellen ihrer Matrix sind sehr klein und schwer messbar, aber gut sichtbar. Von den der Cuticula äusserlich aufsitzenden und sie ohne Zweifel durchbohrenden Flimmerhaaren sieht man deutliche Reste. Diese beiden Gewebsschichten erfüllen die Ambulacralrinne in ihrer ganzen Breite und steigen beiderseits bis zur Höhe der sie einfassenden Zackenleiste empor, mit einigen Einkerbungen in der Biegung. Die tiefere Schicht ist in der Mitte am dicksten und an den umgebogenen Stellen nur hier und da noch erkennbar. Durch die ganze Ausdehnung der Ambulacralrinne ist das Verhalten ganz das nämliche; von der Spitze des Strahls und jeder Pinnula an erstreckt sich das beschriebene Gewebe den Strahl entlang, über die Kelchdecke hinweg bis zum Mundrande, wo es mit dem des benachbarten Strahls zusammenläuft, und continuirlich in das

Gewebe der oberen Schicht der Mund-, Magen- und Darmhaut übergeht, welchem es überraschend ähnlich ist. Die constituirenden Elemente sind bei beiden dieselben, der Unterschied liegt nur in den Proportionen. Die tiefste Schicht der Darmhaut ist verhältnissmässig viel schmäler (im Strahl 0,032 M., im Magen 0,018 M.; die Zellenschicht im Strahl 0,045 M., im Magen 0,085 M. durchschnittlich). In ihr fehlt die Längsfaserschicht, sie besteht nur aus der hyalinen Bindegewebslage der Basis mit wenigen Zellen. Die Zellenschicht ist wenig verschieden, im Magen doppelt so breit, der helle Saum breiter, meist stark gelb gefärbt, deutlicher begrenzt, Cuticula und Matrix schärfer gezeichnet, erstere viel dicker. Dazu ist die Darmhaut fast ganz in grössere und kleinere Lappen getheilt durch Einschnitte, welche bis auf die Faserschicht herabreichen. Fast ganz denselben Bau der Darmhaut fand ich bei allen Echinodermen, von denen mir gut erhaltene Exemplare zu Gebote standen, bei Echinothrix fragilis, Astropecten aurantiacus und Holothuria tubulosa, wie wir später sehen werden. Aber in der Ambulacralrinne findet sich eine ähnliche Schicht nur bei Astropecten und andern Asteriden. Wir haben auch dort eine tiefere, hellere Schicht mit Längsfasern und mit Querfasern, welche sich in die höhere, dunklere Schicht hinein verästeln und zahlreiche Zellen einschliessen; endlich Matrix und Cuticula.

Da nun dieses Gewebe der Asteriden von Jedermann unbedenklich für den Ambulacralnerven genommen wird und wohl auch genommen werden muss, warum sollte die ihr der Lage und Zusammensetzung nach durchaus entsprechende Schicht der Comatula mediterranea nicht dieselbe Bedeutung haben können? Wegen der histologischen Aehnlichkeit unseres Gewebes mit den Nervensträngen anderer Echinodermen und wegen des Beweises einer vollkommenen Homologie in der Lage mit denselben muss ich mich auf den weitern Verlauf gegenwärtiger Abhandlung berufen, nur möchte ich noch ein Wort über die beiden von Semper auf die Wahlliste gesetzten Organe, von denen schon die Rede war, sagen. Das eine ist das kleine zwischen der Ambulacralschicht und dem Ambulacralgefäss gelegene Gefäss, dessen Homologon wir später anderwärts antreffen werden, und welches, als evidentes Gefäss, eben kein Nerv sein kann. Schwieriger ist die Entscheidung für den Centralstrang. Der Beschaffenheit seines Gewebes nach, soweit dasselbe zu ergründen war, könnte derselbe, wie oben gezeigt, dem Bindegewebs- oder dem Nervensysteme an-

gehören. Was könnte nun ein Bindegewebstrang bedeuten, der sich durch sämmtliche Kalkglieder hindurchzieht, ohne zur Befestigung zu dienen; ist nicht das Zusammenlaufen der fünf Stränge in einem Mittelpunkt, der zierlich zusammengesetzte Bau dieses Centralorgans, die Ringbildung um ein Gefässcentrum dem Verhalten der Nervencentra bei andern Echinodermen durchaus ähnlich? Das spricht für die Nervennatur des Strangs.

Auf der andern Seite liegt es nahe, den Centralstrang als eine Fortsetzung des Centralstranges des Stieles der Crinoiden zu betrachten. Von der Stielbefestigung ist ja doch auch der ganze Bau des Skelets der Crinoiden herzuleiten, welches bei ihnen vom Rücken ausgeht, wohl nur ein Hautskelet ist, und dem zum Mund laufenden Skelet anderer Echinodermen nicht homolog sein dürfte. Auch J. Müller spricht diese Ansicht aus.

Auf der andern Seite würde aber die Annahme, der Centralstrang stelle den Nerven dar, eine solche Abweichung von allem sonst in der Familie Vorkommenden voraussetzen, dass die durch die allgemeinen Charaktere gegebene Verwandtschaft der Crinoiden zu den übrigen Echinodermen durch diese eine Thatsache schon bedeutend gelockert würde. Bei allen übrigen Klassen liegt der Ambulacralnerv unmittelbar in der Ambulacralrinne, ventral von dem Ambulacralgefäss, und von der Aussenwelt nur durch Organe getrennt, welche zum Hautsystem gehören: so bei den Ophiuren durch die Bauchplatten, bei den Holothurien durch das dicke Corium, bei den Echinen durch die Kalkschale, bei den Asteriden endlich nur durch die Oberhaut. Sollte er bei den Crinoiden allein auf der Dorsalseite, von der Ambulacralfurche durch alle Gefässe getrennt, liegen? Freilich giebt es bei den Crinoiden noch Anderes, was sich für jetzt der Homologisirung mit entsprechenden Theilen bei ihren Verwandten entzieht; so vorzüglich die oben beschriebenen Gefässe, das Muskel- und das doppelte Seitengefäss, und deren Vereinigung zu einem so künstlich gebauten Centralorgan. Ich behalte mir vor, später auf diesen Punkt zurückzukommen.

Ich wende mich jetzt zum Kelch der Comatula. Trotz aller Mühe ist es mir nicht gelungen, an vollkommen gut erhaltenen Exemplaren, mit Ausnahme der Ambulacralrinne, als äusserste Schicht der Bedeckungen weder am Kelch noch an den Strahlen eine Cuticula aufzufinden. Die Hautschicht besteht überall aus einer durchscheinenden Bindegewebsmasse, von zahlreichen Fasern in allen Richtungen durchkreuzt und Zellen in grösserer oder

geringerer Zahl enthaltend, welche nach der Oberfläche zu zahlreicher, in deren unmittelbarer Nähe aber wieder seltener werden; ihr Durchmesser erreicht bis 0,007 M. Pigmentkörner in Haufen sind dazwischen in grösserer oder geringerer Menge zerstreut. Das Profil der Oberfläche erscheint in Schnitt nicht geradlinig, sondern leicht unregelmässig gezackt. Die Dicke der Hautschicht beträgt an der Kelchdecke, wo sie am stärksten ist, bis 0,14 M., unmittelbar unter ihr beginnt das badeschwammähnliche Gewebe, welches, aus den zahllosen Anastomosen der Gefässe gebildet, den ganzen Darm einhüllt. Auf der Oberfläche der Kelchdecke sieht man unter günstigen Verhältnissen und besonders nach Carminfärbung schon mit einer guten Lupe zahlreiche erhabene Punkte, unregelmässig vertheilt, aber meist in der Nähe der Ambulacralfurchen häufiger. Ihre Zahl ist nicht bei allen Exemplaren gleich, beträgt aber gewöhnlich mehrere Hunderte, und sie stehen stellenweise so gedrängt, dass sie kaum um die Länge ihres eignen Durchmessers von einander entfernt sind. Auch an den Seiten des Kelchs kommen einzelne davon vor. Perrier l. c. hat diese Punkte gesehen und vermuthet in ihnen irgend ein Sinnesorgan. Auf dem Durchschnitt bei mässiger Vergrösserung erscheinen dieselben als langgezogene Trichter (kp, Fig. 10), die erweiterte Mündung von 0,03—0,05 M. nach Aussen gewendet und offen; die Röhre durchsetzt die ganze Kelchdecke und die Spitze mündet in eine der darunter liegenden Anastomosen der Seitengefässe (Fig. 10, sga). Sie vermitteln also offenbar die Communication des Gefässinhalts mit dem Meerwasser, und es liegt nahe, in ihnen die Homologa der bei den Cystideen so allgemein verbreiteten Kelchporen zu sehen. Ihre Wände sind mit einem schönen Cylinderepithelium bekleidet, dessen Zellen an der Mündung bis zu 0,009 M. Höhe, bei 0,0033 M. Breite haben. Ihrem Bau und ganzen Ansehen nach gleichen sie durchaus den Poren, welche an den Steinsäcken der Holothuria tubulosa die Verbindung zwischen dem Wassergefässsystem und der Leibeshöhle vermitteln, und obgleich sie bei Comatula nicht mit den Ambulacralgefässen, sondern mit den Anastomosen der Seitengefässe communiciren, wird man sie doch den sonst vorkommenden Ausmündungen jenes Systems an die Seite stellen müssen. Ueberdies stehen sie wenigstens mittelbar auch mit den Ambulacralgefässen in Verbindung. Auf Radialschnitten durch den Mundrand erscheinen nämlich sehr häufig zu Bündeln vereinigte Röhren (cr, Fig. 10), mit demselben Cylinderepithelium ausgekleidet, wie die Trichter, welche mit dem einen

etwas verjüngten Ende sich an das Ambulacralgefäss ansetzen, mit dem andern frei in den Hohlräumen der Anastomosen der Seitengefässe fluctuiren. Ich kann in dieser Anordnung nur eine Communication beider Gefässe sehen, obgleich Injectionen, welche oft durch die Kelchporen in's Freie gelangten, nie durch jene Röhren in's Ambulacralgefäss eindrangen, was ihr Mechanismus übrigens hinreichend erklärt. Ueberhaupt habe ich keine Methode auffinden können, um letzteres oder das nach Aussen von ihm liegende kleine Gefäss zu injiciren.

Die Tentakeln sind selbst an der Spitze des Strahles immer kürzer, als an den Pinnulis; an dem untern Theile jedes Strahles und auf der Scheibe fehlen sie ganz. Dafür sind aber die Zacken der Leiste stärker entwickelt, um den Mundrand werden dieselben am längsten, bis 0,3 Mm., nehmen eine fingerförmige Gestalt an und enthalten in ihrem Innern die Abzweigung des Ambulacralkanäls (s, kt, Fig. 10).

Ueberall, wo sie auftritt, enthält die Zackenleiste in Höhlungen ihres Innern und in der gleichbleibenden Entfernung von 0,14 bis 0,16 Mm. die schon erwähnten gelben Pigmentkugeln; nur auf der Scheibe liegen sie gewöhnlich dichter, ja drängen sich aus der Reihe. Zwischen je zwei Zacken liegt eine von ihnen. Ihre Grösse ist fast überall dieselbe, 0,05—0,5 Mm., je nach der Grösse des Thieres, doch scheinen sie gegen die Spitzen der Pinnulae hin etwas kleiner zu werden. Sie sind bräunlichgelb, stark lichtbrechend, harzähnlichen Ansehens. Jede von ihnen besteht aus zahlreichen kleinern rundlichen Körnern von etwa 0,013 Mm., und jedes von diesen wieder aus mehreren noch kleinern, von nahezu 0,0045 Mm. Durchmesser.

Die Pigmentkugeln treten sehr früh auf. An ergänzten noch unvollkommenen Stücken eines abgebrochenen Strahls erscheinen die Pinnulae zuerst als Wärzchen, dann als Cylinder mit umgebogner, knopfförmiger Spitze. Ihr Gewebe ist hyalin mit zahlreichen eingelagerten Zellen. In ihrem Innern sieht man ausser den Kalktheilen nur einen Kanal, wohl das Ambulargefäss. Daran erscheinen in zwei Reihen die Zacken der Zackenleiste, erst später die Tentakeln als Wärzchen, dicht nach jenen an diesen. Noch ehe eine Spur jener Zacken sichtbar wird, sieht man die Zellen des hyalinen Bindegewebes sich zu rundlichen Gruppen zusammen drängen, bald darauf erscheinen sie von einer eignen Membran umgeben, noch als farblose, den übrigen gleiche Zellen,

und gleich darauf zeigen sie die gelbe Farbe. Die Grösse ist von Anfang an bedeutend, 0,03 M.

In der Oberfläche der Kelchdecke liegen hier und da Kalkplättchen, meist zierlich durchbrochen; die gabelförmigen Kalknadeln der Zackenleiste werden auf dem Kelch durch grössere, vielgestaltige Kalkconcremente vertreten. Die Seiten des Kelches, zwischen den Strahlen, gleichen histologisch ganz der Kelchdecke, ihre Dicke ist geringer, im Mittel 0,09 M. Sie enthalten einige spindelförmige Kalkspiculae, die oft über die Oberfläche hervorragen. Die innerste Schicht der Wand des Kelches bildet die äussere Wand der Leibeshöhle; das innere Blatt derselben liegt dem äusseren dicht an und wird durch sehr zahlreiche Bindegewebsfäden an dasselbe befestigt. Nur am obersten Theile, rings um die Grenze der Kelchdecke, da wo die Strahlen frei werden, entfernen sich die beiden Blätter von einander und bilden eine ringförmige Höhle (lh, Fig. 11). Nach jedem Strahl zu geht ein kurzer Blindsack ab (lhd, Fig. 11), von ihr durch eine zarte Membran geschieden, die von einem oder mehreren Löchern durchbohrt ist, der sich bis zur Theilungsstelle der Gefässe erstreckt, so dass, wenn man an einem grösseren Exemplar einen Strahl dicht am Kelche abtrennt, man in die Leibeshöhle hineinsieht. Diese Leibeshöhle ist ringsum geschlossen und communicirt mit keinem Gefäss, wie schon erwähnt wurde; ihr Centrum adhaerirt stark am Kelchknopfe und dort werden ihre beiden Blätter von den Gefässen durchbohrt, welche, aus dem Gefässcentrum aufsteigend, in das schwammige, den Darm einhüllende Gewebe übergehen. Das Innere der Leibeshöhle ist mit einem Plattenepithel von 0,004—5 M. Zellendurchmesser ausgekleidet. Der Bau des Darms von Comatula ist nicht so einfach, als die übrigens treffliche Darstellung J. Müller's vermuthen lässt; er giebt zahlreiche verästelte Blinddärme ab, deren Bildung, da sie sehr zart sind und in dem zähen spongiösen Gewebe eingebettet liegen, durch Präparation kaum klar zu legen sein dürfte. Wenn man aber den Darm durch den After mit flüssigem Blau injicirt, dann entkalkt, die Afterseite behufs späterer Orientirung mit einem kräftigen Karminstrich zeichnet, und zuletzt in Paraffin einbettet, so lässt sich nach dünnen, numerirten Vertical- und Horizontalschnitten die Lage der Theile construiren. Der Darm bildet bekanntlich eine Spiralwindung. Denkt man sich in der Axe des Magens stehend mit dem After vor sich, so geht von der tiefsten Stelle des länglich ovalen, senkrecht hinabsteigenden

Magens der Darm nach rechts hin, bis er die obere Seitenwand des Kelchs trifft, und läuft nun in derselben Richtung rings um den Kelch herum bis dicht an die Anfangsstelle zurück, wo er in den After ausmündet. Hier und da, aber selten, bildet er kleine Ausstülpungen nach dem Centrum zu, welche faltenartig in das spongiöse Gewebe hineinragen, aber die eigentlichen Blinddärme gehen nahe bei seinem Ursprung aus dem Magen ab mit einer, bisweilen wohl auch mehreren engen, im untern Drittheil seiner Wand gelegenen Oeffnungen. Die von hier ausgehenden Blinddärme nun drängen sich mit zahlreichen Ausstülpungen zwischen das spongiöse Gewebe hinein und erfüllen den Raum um den Magen und innerhalb der Darmwindungen, von wo sie bis zur Kelchbasis abwärts steigen. In der Müller'schen Figur, den verticalen Durchschnitt des Comatulakelches darstellend, sind sie mit k' k' bezeichnet und als „Höhlungen des spongiösen Theils" erklärt. Während man den Darm meist stark gefüllt antrifft, sind die Blinddärme dagegen immer leer und ihre Wände, die übrigens im Bau den Darmwänden vollkommen gleichen, liegen dicht an einander.

In dem spongiösen Gewebe unterscheidet man einige concentrisch um den Mittelpunkt liegende Membranen; dazwischen laufen unzählige bindegewebige Platten und Balken ohne Regelmässigkeit. Das ganze Gewebe enthält eine Menge rundlicher Kalkplättchen, meist siebartig durchbrochen, besonders um den Mittelpunkt. Von hellen Stäbchen, welche darin liegen und den Säuren widerstehen sollen, konnte ich nichts bemerken. In der Axe steigt aus dem Kelchknopf ein sehr starkes Gefäss herauf, welches, wo es den Magen erreicht, sich in drei bis fünf Zweige theilt, die, seitlich abbiegend, sich in der spongiösen Substanz verlieren.

Eine diesem Gewebe angehörende und horizontal in den Darm vorspringende Leiste, wie sie von J. Müller abgebildet wird, habe ich bei Comatula medit. nicht vorgefunden; vielleicht war sie das Product eines starken Druckes von oben.

Erklärung der Figuren.

Die Buchstaben sind überall gleichbedeutend.

Fig. 1. Querschnitt durch den Strahl von Comatula mediterranea.
kg Kalkglied
cs Centralstrang
m Muskel
mg Muskelgefäss
bl Bindegewebslücke
sr Sexualrohr
sg Seitengefäss
ag Ambulacralgefäss
pk Pigmentkugel
ng Nervengefäss
an Ambulacralnerv,
zl Zackenleiste

Fig. 2. Horizontalschnitt durch das Gefässcentrum (Herz) in der Gegend der Ringe des Centralstrahls und des Muskelgefässes (bei mgr, Fig. 3).
csr Ring des Centralstrahls
mgr Ring des Muselgefässes
kg Kalktheile, dem Basalstück angehörig
cl Mittelsäule mit ihren fünf Gefässen
k Kammern des Gefässcentrums

Fig. 3. Verticalschnitt durch das Gefässcentrum.
gb Gefässblindsack
cg Abgang der Cirrhengefässe
kk Grenze der Basalstücke und des Kelchknopfs
Die übrigen Buchstaben wie Fig. 2.

Fig. 4. Die untere Hälfte von Fig. 1 stärker vergrössert (D, 2 Zeiss)
cu Cuticula

Fig. 5. Sterile Pinnula, Querschnitt.

Fig. 6. Pinnula mit männlichen Geschlechtsproducten.

Fig. 7. Schrägschnitt durch den Strahl in der Richtung der Pinnula, um den Zusammenhang zwischen den Gefässen des Strahls und denen der Pinnula zu zeigen.
gp Geschlechtsproducte.

Fig. 8. Austritt des Eies aus der Pinnula
pw Pinnulawandung
oe Ei an deren Aussenseite angeheftet in Furchung begriffen
os Ovarialsack
oi Ei im Innern des Sacks
at Austrittsstelle des Eies oe.

Fig. 9. Permanenter Porus zum Austritt des Sperma.

Fig. 10. Schnitt durch den Mund, radial.
kt Kelchtentakel
anr Ambulacralnervenring
agr Ambulacralgefässring
mh Magenhaut
kp Kelchporen
cr Communicationsröhren
sgr Seitengefässring
sga Seitengefässanastomosen
Fig. 11. Verticalschnitt durch den Kelch
d Darm, dd Darmdivertikel
lh Leibeshöhle, lhd Divertikel der Leibeshöhle
sg spongiöses Gewebe
m Magen
mm Muskeln des Strahls
lh Leibeshöhle
lhd Divertikel der Leibeshöhle
Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 1.

II. Ophiuridae.

Wenn es bei Comatula ziemlich leicht ist, durch Entkalkung und Einbettung gute Durchschnitte durch alle Körpertheile zu erhalten, so ist dies anders bei den Ophiuren. Hier liegen die Kalk- und die Weichtheile so durch einander geschichtet, dass beim Entkalken die Ansätze der letzteren an erstere vielfach gelöst werden, und beim Schneiden Alles durch einander fällt. Um letzteres zu verhüten, habe ich mich folgender Methode bedient. Die in Alkohol gehärteten Thiere wurden in passende, nicht zu grosse Stücke zersägt, diese in absolutem Alkohol entwässert und dann in eine Harzlösung gebracht. Von allen versuchten Lösungen erwies sich am tauglichsten eine solche des sogenannten leichten Copals in Aether oder Chloroform. Nachdem die Theile sich wenigstens 24 Stunden lang vollkommen durchdrungen hatten, wurden sie mit dem Firniss bedeckt in einem Schälchen mehrere Tage lang gelinder Wärme ausgesetzt bis der Firniss nicht mehr klebte, dann herausgenommen und weiter langsam getrocknet bis zu vollkommener Sprödigkeit. Diese Stücke wurden nun, wie andere harte Gegenstände, durch Schleifen auf dem Stein weiter bearbeitet, und der Erfolg der Methode war so befriedigend, dass nicht nur die Lagerung der einzelnen Theile, sondern auch manche histologische Einzelnheiten, wie Epithelien, ja Nervenzellen an wohlgelungenen Präparaten zu erkennen waren. Diese Methode in Verbindung mit Injectionen hat mir die Mehrzahl der Thatsachen geliefert, welche ich hier vorbringen werde.

Meine Untersuchungen wurden vorzugsweise an einer grösseren Zahl vortrefflich erhaltener Ophiothrix fragilis von Triest ausgeführt; andere Ophiuren zur Vergleichung verdanke ich der vielbewährten Liberalität des Herrn Prof. Häckel, dem ich auch für seinen werthvollen Rath im Laufe dieser Arbeit zu vielfachem Dank verpflichtet wurde.

So ziemlich Alles, was wir von den Ophiuren wissen, verdanken wir den trefflichen Arbeiten Joh. Müller's, dessen Darstellung ich als bekannt voraussetze, und auf die ich nur in solchen Punkten näher eingehen kann, in welchen ich abweiche. Wie bei Comatula werde ich auch hier von einem Querschnitt des Strahls ausgehen und die einzelnen hier sichtbaren Canäle in das Körperinnere zu verfolgen suchen. Aus den Durchschnitten (Fig. 1—4) sieht man, dass die Unterschiede im Bau verschiedener Arten nicht eben bedeutend sind. Am meisten fällt das Verhältniss der Bindegewebsschichten zu den Kalktheilen des Hautskelets auf. Während bei Ophiothrix und Ophiolepis das Bindegewebe nur ausreicht, um die Kalkgebilde zusammenzuhalten, erscheint dasselbe bei den andern abgebildeten Arten in mehr oder weniger mächtiger, zusammenhängender Schicht, bisweilen ein vollständiges Rohr im Innern der Hautplatten um den Strahl bildend; ja bei Asterophyton (Fig. 3) finden wir drei bindegewebige Schichten. Die beiden innern, in welche die Hautplatten eingebettet liegen, hängen in deren Zwischenräumen mit einander zusammen, und sind wie bei den andern Ophiuren aus groben, durch einander laufenden Fasern gebildet, während die äussere fast hyalin erscheint, und zahlreiche kleine, meist über ihre Oberfläche hervorragende, rundliche Kalkstücke enthält. Nur auf der Mitte der Bauchplatte liegt auch bei Ophiothrix und Ophiolepis eine Bindegewebsschicht dicht unter dem Nervenstrang und sich nach der Grenze je zweier Platten zu stark verdünnend. In der Gestalt des Wirbels weicht ebenfalls Asterophyton am meisten ab; während bei den eigentlichen Ophiuriden immer vier deutlich abgegrenzte Muskelfelder vorhanden sind, welche bei dem bekannten Bau der Gelenke eine seitliche Bewegung vermitteln, findet sich bei ihm für die Muskelansätze eine nicht sehr breite peripherische Zone, nur undeutlich in oberes und unteres Feld geschieden, den Wirbel fast ganz umgebend, wodurch eine mehr allseitige Bewegung zu Stande kommt. Diese wird erleichtert durch den Bau des Gelenkes, aus zwei hervorragenden, durch eine Leiste verbundenen Knöpfen bestehend, welche auf der ovalen Seite horizontal, auf der aboralen vertical gestellt sind; die Leisten kreuzen sich im Gelenk und ihre Mittelpunkte sind die Stützpunkte der Bewegung.

Bei der Betrachtung des Strahlenquerschnitts einer Ophiure (Fig. 1—4) fällt nun zuerst die grösste der darin vorhandenen

Canalöffnungen (ng) auf, welche in dem ventralen Wirbelausschnitt über dem Nervenstrang entlang läuft und von J. Müller als Ambulacralcanal bezeichnet wurde; ich nenne ihn das Nervengefäss. Es füllt die Wirbelfurche nicht ganz aus, indem deren oberster Abschnitt durch eine hyaline Bindegewebsmasse mit halbmondförmigem Querschnitt eingenommen wird. Nach unten wird es von dem Nervenstrang begrenzt. Unmittelbar über diesem entlässt das Nervengefäss der Mitte jedes Wirbels gegenüber einen Zweig, welcher längs der ganzen Wirbelperipherie um den Strahl herumläuft und endlich in das Rückengefäss (rg) einmündet. Dieses „Verbindungsgefäss" ist rings um die Peripherie des Wirbels in der dort verlaufenden Furche angeheftet, und reicht seiner Breite nach bis etwa zum Dritttheil des anliegenden Intervertebralmuskels. Den Durchschnitt dieses Canals sieht man in dem Horizontalschliff eines Strahls von Ophiothrix fragilis (Fig. 5, vg). Wo das obere und untere Muskelfeld der Wirbel jederseits aneinander stossen, befindet sich ein Einschnitt in der Wirbelperipherie; in demselben liegt eine Erweiterung des eben beschriebenen Verbindungsgefässes, und ebenda communiciren alle diese Erweiterungen von einem Wirbel zum andern mit einander und bilden so zwei Seitengefässe, welche ebenso wie das Rücken- und Nervengefäss dem ganzen Strahl entlang laufen (sg, Fig. 5). Die Tentakel sind bekanntlich in kleinen, in der Peripherie der Wirbel befindlichen Höhlungen angeheftet. An der Stelle nun, wo das Verbindungsgefäss auf den Tentakel trifft, theilt er sich in zwei Aeste, welche den Tentakel beiderseits umgeben, um sich dann wieder zu vereinigen.

Dies ist durch sehr leicht auszuführende Injectionen in das Nervengefäss unmittelbar nachzuweisen; denn nicht nur werden durch eine solche die Tentakel niemals gefüllt, sondern durch Horizontalschliffe der betreffenden Gegend an injicirten Exemplaren lässt sich das Verhältniss direct darstellen. Dadurch schon wird der Müller'sche Name „Ambulacralgefäss" hinfällig; ich schlage dafür den Namen „Nervengefäss" vor, weil er unmittelbar über dem Nerven verläuft und sich in dieser Lage bei allen Echinodermenstämmen wiederfindet, wie ich später nachweisen werde, und wie wenigstens für die Asteriden schon bekannt ist.

Aus jedem Seitengefäss geht, der Mitte des Wirbels gegenüber, ein Zweig nach Aussen in die Substanz der Seitenplatte ab, wie ich es (Fig. 4, eg) für Ophiocoma crassispina abgebildet habe. Dieses Nahrungsgefäss giebt zahlreiche Verästelungen in

die Kalkmasse ab, sein Stamm aber theilt sich in so viele Hauptzweige, als Stacheln auf der Platte stehen, und jeder derselben, nachdem er vorher noch eine beckenförmige Erweiterung gebildet hat, tritt durch das Gelenk in den Centralcanal einer der Stacheln ein. Bei Ophiocoma ist diese Bildung am leichtesten darzustellen; sie findet sich aber eben so wohl bei Ophiothrix, Ophioderma, Ophiopholis und wohl bei allen übrigen Ophiuren. In die Rücken- und Bauchplatten sieht man nicht ein grösseres, sondern mehrere kleine Gefässe eintreten. Auch in jeden Wirbelkörper treten zwei sehr feine Nahrungscanäle aus dem Nervengefäss selbst ein, welche gerade in die Höhe steigen und sich vielfach verästeln. Ausser diesen geschlossenen Gefässbahnen sind übrigens alle Gewebe aller Echinodermenclassen für Flüssigkeiten verhältnissmässig leicht durchdringbar; nächst den porösen Skelettheilen tränken sich am leichtesten die Nervenstränge mit etwaigen extravasirten flüssigen Farbstoffen. Noch ein anderer Hohlraum steht mit dem Nervengefäss in Verbindung, derjenige unterhalb, d. h. auf der Ventralseite des Ambulacralnerven gelegene; es scheint mir zweckmässig, darauf erst einzugehen, wenn ich den letzteren beschreiben werde.

Bekanntlich beschreibt Joh. Müller bei den Ophiuren zwei Ringe um den Mund, den innern, in der Substanz der Ambulacral und Interambulacralstücke ausgehöhlten, welchen er von dem Nerven allein ausgefüllt sein lässt, und einen äusseren, häutigen, an welchem die in den Interambulacris liegenden Poli'schen Blasen (wo solche vorhanden sind) anhängen. Denn letztern nennt er „Ambulacralring" und lässt ihn am centralen Ende der Ambulacralrinne mit unserem Nervengefäss, welches er für das Ambulacralgefäss hält, communiciren. Nun lässt sich aber durch Injectionen und Schnitte leicht nachweisen, dass dieses Gefäss nicht in Müller's Ambulacralring, sondern in seinen Nervenring mündet, und dass der darin liegende Nerv, überall nur sehr lose angeheftet, ringsum von der in ihm enthaltenen Flüssigkeit umspült wird. Jede Injection in das Nervengefäss giebt dieses Resultat; die Flüssigkeit strömt aus den Oeffnungen der andern Strahlen heraus, hat also seine innern Verbindungszweige vollständig gefüllt, ohne dass in Müller's Ambulacralring ein Atom Farbe eingedrungen wäre.

Fig. 6 ist ein horizontaler Dünnschliff, durch den Körper von Ophiothrix fragilis ein wenig nach Oben von der Ambulacralrinne. Das Nervengefäss (ng), welches ja nach seinem Ring

zu in die Tiefe steigt, erscheint hier nur als ovale Oeffnung zwischen den beiden Ambulacralstücken, nach der Mundseite zu nur durch Weichtheile begrenzt. Die den Mund bildenden Kalkstücke, von Joh. Müller vortrefflich beschrieben, und ihre Verbindungen unter einander erscheinen hier sehr deutlich. Die beiden Ambulacralstücke (as) die seitlichen Hälften eines getheilten Wirbels repräsentirend, laufen nach der Mittellinie des Strahls zu in abgerundete Fortsätze aus, welche an ihrer Berührungsstelle durch ein Zahngelenk verbunden, beide zusammen in einer Aushöhlung des ersten ganzen Wirbels beweglich sind. Nach der Körperperipherie zu laufen die Ambulacralstücke in seitliche dünne Platten aus, welche auf dem Durchschnitt als dünne Spitzen erscheinen. Diese dienen als Ansatzpunkte für kräftige Muskeln, (mire) die musculi interradiales externi, welche auf diese Weise je zwei benachbarte Radien mit einander verbinden und offenbar die Wirkung haben müssen, durch ihre Zusammenziehung die betreffenden Mundecken weiter nach Innen vorzuschieben, beim Zusammenwirken aller fünf aber die äussere Mundöffnung soweit möglich zu schliessen. Die in diesem Stück sichtbaren runden Gefässöffnungen (mt) gehören der Verbindung des äussern Mundtentakels mit dem Ambulacralring. Weiter nach Innen deutet eine dunkle Linie die Verbindung der Ambulacral- und Interambulacralstücke (ias) an, eine vollkommen unbewegliche Vereinigung. Jedes Interambulacralstück ist mit dem des benachbarten Strahls ebenfalls durch eine Zahnverbindung vereinigt; nach dem Centrum zu läuft jedes Stück in eine Spitze aus, von denen je zwei zusammengehörige auf der Basis jedes Torus angularis (ta) aufsitzen. Zwischen diesen beiden Spitzenfortsätzen ist ein kleiner Muskel ausgespannt, musc. interradialis internus (mire), offenbar der Antagonist des mire, durch dessen Zusammenziehung diese Fortsätze einander genähert werden müssen, wobei sie an der Basis des torus angularis hingleiten.

In dem nach der Leibesperipherie hingekehrten Winkel, welchen die beiden Interambulacralstücke mit einander bilden, bei cir, an der Spitze des mire erscheint nun eine dreieckige Gefässöffnung, welche von Joh. Müller übersehen worden ist. Dieselbe bezeichnet den Durchschnitt eines Canals, welcher bei den beiden mir zu Gebote stehenden Ophiothrixarten, O. fragilis und Hemprichii, auf der Ventralseite frei in den Mundecken ausmündet. Die Oeffnungen sind dreieckig, spaltenförmig und selbst ohne Lupe wohl sichtbar. In der entgegengesetzten Richtung läuft

unser Canal gerade auf den Nervengefässring zu und endigt, von diesem nur durch eine dünne, häutige und sehr permeable Scheidewand getrennt. Injectionen in die Mündung in der Mundecke gemacht, bei Ophiothrix unmittelbar, bei den andern genannten Ophiuren nach Durchbohrung des Mundschildes, füllen den Nervengefässring und die radialen Nervengefässe mit ihren Anhängen, und umgekehrt. Wir haben also hier eine directe Verbindung der Nervengefässbahn mit der Aussenwelt, durch welche die Menge der in ihr enthaltenen Flüssigkeit vermehrt oder vermindert werden kann. Bei den übrigen Ophiuren, die ich untersuchen konnte, verhält sich der Interradialcanal ganz anders. Bei Ophioderma, Ophiocoma, Ophilepis, Ophiopholis, also bei allen den Arten, bei welchen ich Poli'sche Blasen vorfand, welche der Ophiothrix fehlen, mündet der Canal nicht frei durch das Mundschild nach Aussen, sondern biegt sich hinter demselben um und begiebt sich zwischen ihm und dem musc. interrad. ext. in die Leibeshöhle, in welche er frei einmündet. Wenn man bei einem injicirten Exemplar eines dieser Thiere, am besten bei Ophioderma, wo der Canal am weitesten ist, einen scharfen Schnitt durch eine Mundecke führt, so dass das Gelenk der Interambulacralstücke getroffen wird, erhält man das in Fig. 9 dargestellte Bild. Der in Rede stehende Canal ist mit cir bezeichnet, das Mundschild liegt nach oben. Bei allen genannten Ophiuren ist der Bau derselbe, wie hier; nur bei Ophiolepis, wo ein an das Mundschild angehefteter Steincanal vorhanden ist, theilt sich der Ausführungsgang des Interradialcanals und führt beiderseits um denselben herum.

Die Seitengefässe und das Rückengefäss des Strahls ergiessen sich unmittelbar in die Leibeshöhle; die ersteren, nachdem sie sich ungefähr vom achten Wirbel an allmählich nach oben und unten verbreitert haben. Wenn man in das Nervengefäss bei geöffneter Leibeshöhle injicirt, so kann man das Einströmen direct beobachten. Nirgends in dem Nervengefäss oder seinen verschiedenen Nebenbahnen habe ich einen Epithelüberzug wahrnehmen können. Wohl aber existirt ein solcher, und zwar ein sehr deutlicher, überall in der Leibeshöhle, aus rundlichen, etwas platten Zellen von durchschnittlich 0,007 M. Durchmesser bestehend, welche nicht sehr dicht an einander schliessen.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung des Strahlenquerschnitts zurück, so finden wir die Ambulacralrinne des Wirbels, in welcher das Nervengefäss verläuft, in ihrem innersten Theile

ausgefüllt durch hyalines Bindegewebe (hb, Fig. 1), welches in seiner Mitte eine mit Epithel ausgekleidete enge Gefässöffnung (ag) zeigt. Dieses von Joh. Müller übersehene ist das Ambulacralgefäss. Von ihm aus gehen die Seitenzweige zu den Tentakeln ab durch die den unteren Theil des Wirbels durchbohrenden Canäle, welche bekanntlich bei manchen Arten horizontal verlaufen (Fig. 1, 2), bei andern zuerst fast senkrecht aufsteigen, um dann unter spitzen Winkeln wieder umzukehren (Ophiocoma, Fig. 4). Auch diese Canäle sind mit hyalinem Bindegewebe gefüllt, in dessen Mitte der enge, mit Epithelium bekleidete Ast des Ambulacralgefässes verläuft.

Den Durchschnitt eines Tentakels von Ophiothrix zeigt Fig. 15. Die innere Höhlung ist mit einem etwas weitläufig stehenden Epithel ausgekleidet; dann folgt nach Aussen die Längsmuskelschicht, die einzelnen Fasern werden durch hyalines Bindegewebe unter einander verbunden. Dann folgt eine breite Bindegewebsschicht, geschlängelte Fasern und Zellen enthaltend. Der Nerv, dessen Abgang vom Ambulacralstrang man Fig. 1, tn sieht, läuft in ihr entlang (n, Fig. 15). Der äussere Theil der Bindegewebsschicht enthält eine dichte Zellenlage, aber der äusserste Saum ist hyalin. Von der Zellenschicht gehen die zahlreichen Zotten aus, deren Gestalt Fig. 15 zeigt. Ihre Grundsubstanz ist hyalin, zeigt aber eine deutliche Längsstreifung, besteht also wohl aus Fasern. Ausserdem enthält sie zahlreiche Zellen. Auf Durchschnitten durch Tentakel von Ophioderma sehe ich im Wesentlichen denselben Bau; nur besteht die Bindegewebsschicht äusserlich von den Längsmuskeln, die bei Ophiothrix nur einzelne, fein gezeichnete Fasern enthielt, aus grobgezeichneten dicken Bündeln von Ringfasern, zwischen denen der hier mehr abgeplattete Nervenzweig verläuft. Die peripherische Bindegewebslage ist breiter entwickelt, und enthält sehr zahlreiche Zellen. Der hyaline äusserste Saum sieht einer Cuticula sehr ähnlich, doch kann ich keine Matrix wahrnehmen. Zellen fehlen ganz.

Das Ambulacralgefäss läuft durch den ganzen Strahl hindurch im obersten Theil der Ambulacralrinne der Wirbel entlang, von dem Nervengefäss nur getrennt durch die Schicht hyaliner Bindesubstanz, welche es einhüllt; kurz vor dem Austritt aus dem centralen Ende derselben wird es aber noch von dem Nervengefäss durch einen Muskel abgeschieden, den ich „Ambulacralmuskel“ nenne (am, Fig. 7 und 8). Derselbe spannt sich quer vor dem Ausgange dieses Canals, den er in einen obern und untern Ab-

schnitt trennt; er verbindet die beiden beweglichen Ambulacralstücke, in welche seine Ansätze eingesenkt sind, unter einander und kann sie gegen einander bewegen, wodurch der Canal verengt wird. Ausserdem muss er durch seine Zusammenziehung den Interambulacralmuskel beim Schliessen der Mundöffnung unterstützen. Unmittelbar nach seinem Austritt über diesen Muskel hinweg mündet das Ambulacralgefäss in den von J. Müller richtig benannten Ambulacralring. Derselbe besteht aus einer häutigen Röhre, welche auf der innern Oberfläche der den Mund bildenden Kalkstücke um diesen herumläuft. In Fig. 7, welche einen horizontalen Durchschnitt durch den Körper von Ophiothrix frag. auf der Höhe des Nervengefässrings (nr) darstellt, habe ich einen Theil des Ambulacralrings, der etwas höher liegt, und hier nicht sichtbar war, eingetragen. Von dem Ambulacralcanal (ac) wendet er sich nach auswärts zu einer Oeffnung des Ambulacralstücks (mt), durch welche von ihm der obere Mundtentakel entspringt, nähert sich dann dem Nervengefässring, ohne mit ihm zu comunicireu, und begiebt sich zu der entsprechenden Tentakelöffnung des benachbarten Ambulacralstücks, von wo er wieder zur nächsten Ambulacralöffnung tritt und so fort rings herum. Er bildet also in jedem Interambulacralraum einen einspringenden Bogen, der nach Aussen zu den bei den Ophiothrix besonders stark entwickelten äussern Interambulacralmuskel hat. Poli'sche Blasen fehlen hier ganz. Für Ophiolepis, wo dieselben am besten entwickelt sind, haben wir die bekannte schöne Abbildung von J. Müller. Dort geht von der Mitte jenes einspringenden Bogens eine scharfe V-förmige Ausbiegung nach Aussen bis über den Rand des Muskels hinaus; an der Spitze des Winkels hängt die Poli'sche Blase über den Muskel hinab. Von den mir bekannten Ophiuren ist Ophiolepis ciliata diejenige, bei welcher der Ambulacralring nebst Anhängen auch in nicht injicirtem Zustande am leichtesten durch einfache Hinwegnahme der darüber liegenden Theile darzustellen ist, und ich habe den Müller'schen Angaben über dieselbe nur einige Einzelheiten, den Steincanal betreffend, hinzuzufügen.

Bekanntlich wird bei diesem Thier eine jener Blasen durch einen Steincanal ersetzt, d. h. durch eine den andern ähnliche Blase, welche aber in der Dicke ihrer Wandung Kalkplättchen enthält und mit ihrem untern Ende an das betreffende Mundschild befestigt ist, welche Befestigungsstelle sich auch äusserlich durch den „Umbo" sichtbar macht. Wenn man nun diesen Sack der

Länge nach spaltet, so weist sich der herausgenommene Inhalt als ein ungefähr erdbeerförmiger Körper aus, dessen dickerer Theil, dem Ambulacralcanal aufliegend, aus einer getatinösen Masse besteht, welche zahlreiche dunklere und consistentere Körner enthaltend. Nach unten entspringt daraus ein schlanker Stiel, in eine Vertiefung des Mundschildes befestigt. Derselbe zeigt sich als ein glashelles Rohr, im Innern mit einer dichten Zellenlage besetzt, die jedenfalls einen Canal begrenzen. Sein Bau ist ganz gleich dem des Centralcanals im Steinsack von Holothuria tubulosa, wovon später. Leider erlaubte mir der Zustand meiner Exemplare nicht, den Bau dieser Organe genauer zu untersuchen.

In Fig. 10 gebe ich den Durchschnitt einer Mundecke von Ophiolepis ciliata, welcher zugleich den betreffenden Steincanal halbirt: sk ist der umhüllende Sack, bk der beerenförmige Körper, st der Stiel, auf einer verdünnten und porösen Stelle des Mundschilds befestigt. Hier sieht man man aber auch, dass der Sack mit seiner obern Spitze (bei x) bis über den Nervengefässring hinüber reicht. — Um den Ambulacralring zu injiciren, kann man bei Ophiothrix nur die Oeffnung eines ausgerissenen ersten Fusstentakels benutzen, und man bekommt auf diesem Wege bei einiger Beharrlichkeit ganz gute Injectionen des Ambulacralrings, der Ambulacralgefässe und der Tentakeln. Da aber, wie oben gesagt, sowohl Tentakelcanäle, als das Ambulacralgefäss selbst von einer Schicht hyalinen und sehr permeablen Bindegewebes umgeben sind, so wird durch dieses fast immer gleichzeitig auch das Nervengefäss und seine Dependenzien mit injicirt. Bei den Ophiuren mit Poli'schen Blasen benutzt man am besten eine solche, was bei Ophiolepis besonders leicht ist. Die Resultate zahlreicher Operationen dieser Art waren nun constant folgende: Der Steincanal füllte sich niemals, sondern der wohl injicirte Ambulacralring lief scharf und gradlinig, nicht V-förmig gebogen, unter denselben weg (ar, Fig. 10). Wurde aber direct in den Steincanal injicirt, so füllte sich der Ambulacralring allerdings, aber nur schwach und in der nächsten Nachbarschaft; dagegen erschien der Nervengefässring jedesmal und sehr kräftig injicirt, während eine Injection des letztern vom Nervengefäss aus niemals in den Steinsack eindrang, trotz zahlreichen und zum Theil forcirten Versuchen. Die hier obwaltenden Widersprüche dürften nur mit Hülfe frischer Thiere zu lösen sein, und die Untersuchung wäre interessant genug, da es sich um die directe Verbindung zweier Gefässsysteme und sogar zweier Gefässringe handelt. Dass hier

nicht von Extravasaten die Rede sein kann, ist klar; erstlich wegen der Constanz der Resultate, dann aber hauptsächlich, weil hier die Uebertritte des Farbestoffs nicht aus Gefässen heraus, sondern durch enge Oeffnungen in dieselben hinein Statt finden.

Bei den Asteriden ist durch die schönen Arbeiten C. K. Hoffmann's (Nieders. Arch. für 1871) und durch Notizen von R. Greeff (Marb. Sitzungsb. für 1871 und 72) eine centrale Verbindung des Wassers- und des Nervengefässsystems wahrscheinlich geworden. Während Hoffmann den Punkt der Communication beider Systeme unentschieden lässt, verlegt ihn Greeff in die Poren der Madreporenplatte. Greeff nimmt l. c. ausser dem Ambulacral- und Nervengefässring noch einen dritten ovalen Gefässring an, den er nicht näher charakterisirt, den auch sonst Niemand kennt. Die von Hoffmann und zum Theil schon von Tiedemann beschriebenen peripheren Gefässe, der Analring, die Sexualgefässe u. a. bilden aber kein eignes in sich geschlossenes System mit eignem Schlundring, sondern sind blosse Anhängsel des Nervengefässsystems. Am Darm der Asteriden hat Hoffmann keine Gefässe gefunden, obgleich deren wahrscheinlich vorhanden sind. Bei den Ophiuren habe ich zweierlei periphere Gefässe gesehen, beide unmittelbar aus dem Nervengefässring austretend. Einmal sieht man zwischen den Fasern der äussern Interradialmuskeln constant vier ziemlich weite, paarweis angeordnete Gefässöffnungen (mg, Fig. 6), welche nach abwärts steigen, deren Herkunft aus dem Nervengefässring sich aus successiven Schliffen ergiebt. Den weitern Verlauf konnte ich nicht ergründen. Ferner entspringt aus dem Nervengefässring in geringer Entfernung und jederseits von jedem Strahl ein ziemlich starkes, leicht zu füllendes Gefäss, und verläuft parallel mit ihm und oberflächlich, nur von der äussern Wand der Leibeshöhle bedeckt, in der Richtung der Geschlechtsorgane. Ihre feineren Verzweigungen sind mir entgangen.

Es liegt sehr nahe, das Rückengefäss der Ophiuren mit der Höhle des Strahls bei den Asteriden zu vergleichen; ihre Lage gegen die Wirbel und ihr Verhältniss zur Leibeshöhle berechtigen dazu. Ebenso wird es keinem Bedenken unterliegen, die Nervengefässe beider zu homologisiren. Ueber die Homologien der Seitengefässe werde ich bei den Asteriden selbst zurückkommen. Etwas unsicher ist der Vergleich mit den Gefässen der Comatula. Die Verschiedenheit der Lage derselben zu dem Kalkskelet bei Comatula würde keine Schwierigkeit bereiten, da dieses (s. o.) den

Wirbeln der Ophiuren nicht homolog ist und sich eher mit deren Rückenplatten vergleichen liesse. Auch der gegenseitigen Lage nach entsprechen die einen den andern ganz gut; das Rückengefäss der Ophiuren versorgt schon seiner Richtung nach vorzugsweise den Dorsaltheil der Leibeshöhle, und obgleich es mir bei meinem Material nicht gelungen ist, bestimmte geschlossene Gefässbahnen nachzuweisen, welche von ihm aus dahin führen, so ist mir doch ihr Vorhandensein sehr wahrscheinlich geworden. Ein wirkliches Rückengefässcentrum freilich, wie bei Comatula, worein das Muskelgefäss eintritt, fehlt den Ophiuren durchaus, was sehr begreiflich ist, da sie dem Urzustand aller Echinodermen, dem Festgewachensein, schon unendlich ferner stehen, als Comatula.

Ein wesentlicher Unterschied beruht auf dem Vorhandensein eines Epithels in allen Gefässen der Comatula mit alleiniger Ausnahme des eigentlichen Nervengefässes; Communicationen giebt es bei ihr zwischen den Muskel- und den Seitengefässen, aber nicht mit dem Nervengefässe. Dazu kommt nun, dass bei den Ophiuren alle Abtheilungen des Nervengefässes mit der Leibeshöhle communiciren, ja direct in dieselbe übergehen, während bei Comatula von solcher Verbindung keine Spur zu finden ist. Indessen ist das bei den Asteriden bekannte Nervengefäss dem der Ophiuren zweifellos homolog; bei Holothurien und Echinen ist dasselbe Verhältniss ohne Schwierigkeit nachzuweisen, und bei allen diesen Familien giebt es keine Verbindung zwischen Leibeshöhle und Nervengefäss; also wird wohl auch der Mangel einer solchen bei Comatula nicht als Beweis gegen eine Homologie der betreffenden Gefässe angesehen werden können. Besteht dieselbe, so wird dadurch die Classe der Crinoiden den übrigen Echinodermen näher gebracht, als sie bisher stand.

Der Ambulacralnerv erscheint auf dem Durchschnitt als ein platter Strang, auf dem Boden des Nervengefässes liegend, welcher von der Spitze des Strahls bis zum centralen Ende an Breite und zumal an Dicke stetig zunimmt. Seine Mitte zeigt eine leichte Depression der Länge nach und in dieser liegt wieder ein andrer, runder Strang, der ihn auf seiner ganzen Länge begleitet, den ich aber im Nervenring nicht habe wiederfinden können. Der Ambulacralnerv ist abwechselnd oben am Umfang jedes Wirbels und unten in der Mitte jeder Bauchplatte angeheftet, liegt also ziemlich frei und wird von dem Inhalt des Nervengefässes auch auf seiner untern Seite, mit Ausnahme der Befestigungsstellen, bespült. Bei Ophioderma und Ophiocoma findet in der Anheftung

eine Abweichung statt; der freie Raum zwischen Nerv und Bauchplatten ist hier weiter und von der die Unterseite des Nerven bekleidenden Bindegewebsschicht gehen drei Blätter aus, welche ihn der ganzen Mittellinie entlang, das eine von der Mitte, die beiden andern von den Seiten der Nerven entspringend, befestigen, so dass eine dreieckige Figur entsteht (bb, Fig. 2 u. 4).

Macht man an der Ventralseite eines Strahls, am leichtesten gelingt es bei Ophiolepis, zwei Längsschnitte in der Linie der Tentakelöffnungen, so lassen sich gewöhnlich die Bauchplatten als ein Ganzes ablösen, und man bekommt ein grösseres Stück des Nervenstrangs entweder an dem abgelösten Band, oder gewöhnlicher an den Wirbelkörpern festhaftend; in beiden Fällen lässt es sich ablösen und von seinen verschiedenen Seiten als Ganzes betrachten. Auf der Oberseite (Fig. 13) fällt sogleich der der Mitte entlang liegende runde Strang (os) auf, den wir schon im Querschnitt gesehen haben; er zeigt nur schwachen Zusammenhang mit der darunter liegenden Hauptmasse und sendet in jedem Strahlenglied von ihr unabhängige Zweige nach beiden Seiten, deren weitern Verlauf ich nicht verfolgen konnte; doch scheint es mir, dass der Zweig in die Rinne eintritt, welche um die Peripherie jedes Wirbels herumläuft. Der Hauptstrang entsendet jedesmal zwei Paar Aeste für jedes Glied des Strahls, von denen der hintere, etwas schwächere, soviel ich sehen konnte, derjenige ist, welcher zum Tentakel tritt (Fig. 1 und 15, n); den vordern, stärkern aber halte ich für denjenigen, welcher nach oben in das Innere jedes Wirbels durch ein kleines Loch in der Wölbung der Ambulacralrinne eintritt, in welchem schon J. Müller eine Nervenbahn vermuthete. Auf guten Querschliffen kann man den Abgang und den Anfang des Verlaufs dieses Nervenzweigs sehr gut sehen, besonders an solchen Wirbeln, welche schon im Innern der Leibeswand liegen; dort ist der Nerv und auch die abgehenden Zweige viel stärker. Ich habe in Fig. 11 eine solche Stelle gezeichnet.

Der breite Hauptstrang des Ambulacralnerven von oben gesehen (von unten wird sein Bau durch eine anliegende Bindegewebsschicht undeutlich), zeigt sich ganz aus zarten Längsfasern zusammen gesetzt, von granulirtem Ansehn und etwas verwaschenen Grenzen (Fig. 13). Eingelagerte Zellen fand ich hier nicht. Zwischen diesen Fasern und etwas unter der Oberfläche liegt jederseits ein dickerer, etwas dunklerer Strang (df) (0,009 bis 0,013 M. Durchmesser), der sich bei stärkerer Vergrösserung als

aus vielen sehr feinen Längsfäden bestehend auswies, welche durch eine sehr zarte dicht mit Körnchen besetzte Hülle zu einem Bündel vereinigt wurden. Querschnitte durch den isolirten Ambucralnerven zu machen, gelang mir seiner grossen Zartheit wegen nicht; dagegen gewährten solche, durch das neugebildete Stück eines abgebrochenen Strahls von Ophiothrix Hemprichii gemacht, welches wegen noch geringen Kalkgehalts ohne weitere Vorbereitung schnittfähig war, einen guten Einblick (Fig. 12). Der Querschnitt erscheint in zwei Schichten getheilt, in eine obere blass granulirte (die Granulationen sind der Ausdruck des Querschnitts der Längsfasern), und eine untere, dicht mit ziemlich grossen (0,003—4 M.) kernhaltigen Zellen erfüllte, von denen scharf gezeichnete Fasern entspringen, die die Längsfaserschicht quer durchsetzen und bis zu deren oberster Grenze, alle nach der Mittellinie gerichtet, hinlaufen. Die obersten Zellen der Schicht liegen oft ziemlich isolirt und spitzen sich nach der Faserschicht hin zu; diese Spitze geht deutlich in die Querfaser über. In der Mittellinie der Zellschicht sehe ich überall eine Depression derselben: die ersten rechts und links davon entspringenden Querfasern sind etwas stärker und lassen zwischen sich einen jener Depression entsprechenden Raum, welcher keine Querfasern zeigt (s. Fig. 12). Der obere runde Nervenstrang erscheint hier auf dem Querschnitte als aus zwei Theilen bestehend: einer hyalinen Hülle und einem zelligen Inhalt.

Vergleichen wir den Bau dieses Nervenstrangs mit dem desjenigen Gewebes, welches wir bei Comatula für den Ambulacralnerven erklärt haben, so ist ihre Gleichartigkeit augenfällig. Bei beiden finden wir zwei Schichten, eine innere Längsfaserschicht und eine äussere Lage von dicht gedrängten Zellen, von denen Querfasern entspringen, welche die Längsfaserschicht durchsetzen. Eine Trennung des Ambulacralnerven in zwei gesonderte Stränge, wie bei den Ophiuren, findet sich bei Comatula nicht, wohl aber in sehr ausgezeichneter Weise bei den Holothurien, nicht aber bei den Asteriden.

Die Innenseite der Körperwände ist zunächst mit einer aus groben, nach allen Richtungen durcheinander laufenden Fasern gebildeten Bindegewebsschicht ausgekleidet, welche bei verschiedenen Thieren und an verschiedenen Stellen mehr oder weniger deutlich ist. Am schwächsten und kaum wahrzunehmen ist sie auf den in das Innere des Leibes hinneinragenden Theilen der Strahlen; deutlicher schon in den Interradialräumen, am

dicksten und leicht als Ganzes zu isoliren auf der Innenseite der Rückendecke. Von den mir bekannten Thieren ist die Schicht bei Ophioderma am stärksten entwickelt. Die ganze Innenseite dieser Faserlage wird von einer ihr dicht, aber nicht sehr fest aufliegenden Membran ausgekleidet: der äussern Wand der Leibeshöhle. Auch sie ist in ihrem Rückentheil am dicksten und besteht hier aus mehreren Lagen vorzugsweise radial angeordneter zarter Fasern, während die der ovalen Körperseite anhaftende Hälfte mehr hyalin ist und seltenere, mehr gekreuzte Fasern enthält. Die innere Wand der Leibeshöhle nun, welche am Mundrande in die eben beschriebene äussere übergehend, mit ihr zusammen einen geschlossenen Sack bildet, liegt ihr in allen Punkten an, nur die im Leben zwischen beiden ohne Zweifel vorhandene Flüssigkeit trennt sie. Dieselbe bildet zugleich die tiefste Schicht der Magenhaut, mit welcher sie untrennbar vereinigt ist.

Das ganze Innere der Leibeshöhle ist mit einem Plattenepithel ausgekleidet und die beiden Blätter werden durch zahlreiche bindegewebige Fäden an einander befestigt. In dem ventralen Theile der Leibeshöhle ist die Anheftung sehr lax, und die Fäden, so viel ich sehen konnte, einfache Fasern; in dem dorsalen Theil dagegen liegen beide Wände viel dichter an einander. Von dem Centrum des Rückenstücks, wo in einem kreisförmigen Raume die Verbindung vorzugsweise eng ist, laufen viele radiale Falten aus, die Dicke der innern Wand der Leibeshöhle und der Magenwand begreifend, von denen zehn bei weitem die stärksten sind. Hier, in der Rückengegend, sind die Bindegewebsbalken, welche die Leibeshöhle durchsetzen, besonders kräftig und von eigenthümlichem Bau. Ein spiralig aufgerolltes Faserbündel ist in einer zarten Hülle eingeschlossen, welche bei Erythroxylinfärbung deutliche Längsstreifung erkennen lässt, auch mit Epithelzellen weitläuftig besetzt ist. Offenbar sind diese Balken der Ausdehnung und Zusammenziehung fähig; doch dürfte dadurch wohl nur der flüssige Inhalt von einer Stelle nach der andern gedrängt werden können (bb, Fig. 14).

In dem Bau der Magenhaut selbst finden wir die grösste Aehnlichkeit mit der Bildung derselben bei Comatula. Die unterste Lage bildet auch hier eine hyaline Schicht, wellige Fasern und Zellen enthaltend; aber hier finden sich in ihr ausserdem noch zahlreiche Kalkstäbchen (ks, Fig. 14). Die Wand der Leibeshöhle liegt ihr dicht an, ihre beiderseitige Grenze ist nicht erkennbar. Von dieser Membran aus laufen, wie dort, dicht liegende Fasern,

welche die ganze Dicke der Magenhaut durchsetzen, und in ihren Zwischenräumen finden sich dieselben zahlreichen kleinen Zellen wieder. Aber ausserdem sehen wir hier an der Basis eine, stellenweis auch mehrere Lagen viel grösserer, wasserheller Zellen von 0,012—24 M. Durchmesser, während die kleinen nur 0,0045 M. haben. Ich halte diese grösseren Körper für Zellen, obgleich es mir nicht gelang, einen Kern in ihnen nachzuweisen, weil man öfters an ihnen Schrumpfungserscheinungen wahrnimmt, welche sich wohl nur durch das Vorhandensein einer Hüllmembran erklären lassen. Auf die kleinzellige Schicht folgt dann eine Lage ziemlich langer Cylinderzellen, welche die Matrix der den Magen auskleidenden Cuticula bildet.

Einen besondern Abschnitt der Leibeshöhle bildet noch der in der Lippe enthaltene Theil, d. h. in demjenigen Stück der Magenhaut, welche die innere Mundöffnung kreisförmig umgiebt und durch ihre Zusammenziehung dieselbe zu schliessen bestimmt ist. Die Magenhautschicht ist hier etwas niedriger, als anderwärts, und mehr lappig getheilt; die innere Bindegewebsschicht enthält sehr zahlreiche Radial- und Circulärfasern, welche sich in rechten Winkeln kreuzen; die einen müssen durch ihre Zusammenziehung die Mundöffnung erweitern, die andern sie verengern. Es gelang mir nicht, mich durch die gewöhnlichen Reagenzien von der musculären Natur dieser Fasern zu überzeugen, ihrem Aussehen und übrigen Verhalten nach scheinen sie vielmehr elastische Fasern. Die Lippe setzt sich nun ringsum zu beiden Seiten des Nervengefässrings fest, und umschliesst so eine ringförmige Höhlung (Fig. 8 u. 9, l), welche zweifellos einen Theil der Leibeshöhle ausmacht, obgleich ich keine directe Communication zwischen den beiden nachweisen konnte. Der Lippenhohlraum füllt sich bei Injectionen durch das Nervengefäss ebensowohl, wie die eigentliche Leibeshöhle; doch sah ich in einigen Fällen unvollständiger Injection nur die Leibeshöhle sich füllen. Man muss daraus schliessen, dass ihr Zusammenhang mit dem Nervengefäss unmittelbar durch den Nervengefässring Statt findet, obgleich ich die Verbindungsöffnung nicht nachweisen konnte.

Während der Correctur vorliegenden Aufsatzes erhielt ich Greeff's neueste Arbeit über Comatula (Marburger Sitzungsberichte vom Januar 1876), und freue mich, mit einem so bewährten Forscher fast in allen Punkten übereinzustimmen. Der wesentlichste Unterschied liegt in der beiderseitigen Darstellung der Leibeshöhle. Greeff verlegt dieselbe in das spongiöse Gefässnetz,

welches den Darm umgiebt, und in welches die Seitengefässe eintreten (nach ihm auch das Muskelgefäss), darum nennt er auch diese Gefässe „die Leibeshöhle des Strahls". Aehnlich haben, wenn ich mich recht erinnere, Carpenter und Perrier die Verhältnisse aufgefasst.

Ich habe die wirkliche Leibeshöhle, welche den Darm sammt den spongiösen Gefässen umschliesst, beschrieben und abgebildet (Taf. VII, Fig. 2), und glaube nicht, dass die Richtigkeit meiner Darstellung bezweifelt werden kann. Durchschneidet man nahe an der Peripherie ringsum die Kelchdecke einer Comatula ohne den Darm zu verletzen, so lässt sich mit einer in den Mund eingesetzten Pincette leicht der ganze Inhalt des Kelchs in einem Stücke herausheben. Man hat dann die beiden Blätter der Leibeshöhle von einander getrennt; das äussere ist an der Innenseite des Kelchs haftend geblieben, das innere überzieht die herausgenommene spongiöse Masse.

Ferner lässt Greeff nicht nur die beiden Seitengefässe des Strahls in das spongiöse Gewebe seiner Leibeshöhle eintreten, sondern auch das Muskelgefäss, dessen Hinabsteigen in das Gefässcentrum doch leicht nachzuweisen ist; er macht das letztere zum Mittelpunkte eines ganz getrennten Circulationssystems, und lässt aus ihm zehn Gefässe entstehen, fünf radiale, welche, wenn ich ihn recht verstehe, im Innern der Centralstränge der ersten Strahlenglieder verlaufen und dann an die Haut treten sollen, und fünf interradiale, welche in den Zwischenräumen der Strahlen an der Kelchwand in die Höhe steigen, um sich dann ebenfalls an der Haut zu verzweigen. Macht man die eben beschriebene Darstellung der Leibeshöhle an einem farbig injicirten Exemplar, so sieht man im Innern des Kelchs die zehn Gefässe Greeff's sehr deutlich durch das äussere Blatt der Leibeshöhle durchschimmern; aber die fünf radialen Gefässe weisen sich bei näherer Untersuchung als die fünf Muskelgefässe der Strahlen aus, wie ich sie beschrieben habe; die fünf interradialen, welche ich zu erwähnen vergessen, sind einfach die Muskelgefässe der Kelchpinnen, welche letztere sich dadurch als rudimentäre Strahlen zu erkennen geben.

Jena, den 15. April 1876.

Erklärung der Abbildungen. Tafel II.

Fig. 1. Querschnitt des Strahls von Ophiothrix fragilis.
Fig. 2. Derselbe von Ophioderma longicauda.
Fig. 3. Derselbe von Asterophyton Linkii.
Fig. 4. Derselbe von Ophiocoma crassispina.

Die Buchstaben bedeuten überall dasselbe. ng Nervengefäss. ag Ambulacralgefäss. t Tentakel. tc Tentakelcanal. rg Rückengefäss. sg Seitengefäss. vg Verbindungsgefäss. an Ambulacralnerv. bb bindegewebige Befestigung des Nerven. hb hyalines Bindegewebe. tn Tentakelnerv. om oberer Muskel. um unterer Muskel. afs äussere Faserschicht. ifs innere Faserschicht. hs hyaline Schicht.

Fig. 5. Horizontalschliff durch den Strahl von Ophiothrix frag. Wegen ungleichen Abschleifens sieht man auf der einen Seite bei vg die isolirten Verbindungsgefässe, bei sg auf der andern Seite das durch ihre Vereinigung entstandene Seitengefäss. sp Seitenplatten.

Fig. 6. Horizontalschliff durch den Körper von Ophiothrix frag., Mitte zwischen der ventralen Oberfläche und dem Nervengefässring. rw Wirbel. as Ambulacralstück. ias Interambulacralstück. ta torus angularis. pa palae angulares. mt Canal vom Ambulacralring zu den Mundtentakeln. miri Musculus interradialis internus. mire Musc. interradialis externus. cir canalis interradialis. ng Nervengefäss. n Ambulacralnerv. aa Richtung des Schnitts (Fig. 8). bb Richtung der Schnitte (Fig. 9 und 10).

Fig. 7. Ebensolcher Schliff durch den Nervengefässring. Der seiner tiefern Lage wegen nicht sichtbare Ambulacralring ist in einem Teil der Figur angedeutet. s Text. Dieselben Buchstaben bezeichnen dieselben Theile wie Fig. 6. am Ambulacralmuskel. nr Nervengefässring. ac Ambulacralcanal. pp Prästomialplatten Müller's, welche den interambulacralen Theil des Nervengefässes von Innen bedecken, hier nur durcheinend gesehen. mp die den torus ang. durchsetzenden Muskeln, welche die palae angulares bewegen.

Fig. 8. Verticalschliff durch die Mitte des centralen Endes eines Strahls von Ophiothrix in der Richtung der punktirten Linie aa, Fig. 6 u. 7. l Lippe. mh Magenhaut. lh Leibeshöhle. agr Ambulacralgefässring. nr Nervenring. am Ambulacralmuskel. ng Nervengefäss. an Ambulacralnerv. ag Ambulacralgefäss.

Fig. 9. Verticalschnitt durch eine Mundecke von Ophioderma, in der Richtung der punktirten Linie bb, Fig. 6 u. 7. pa palae angulares. ta torus angularis. miri musc. interrad. int. mire musc. interrad. externus. ias Interambulacralstücke (Gelenk). cir canalis interradialis. nrg Nervengefässring. nr Nervenring. Pb Poli'sche Blase. lh Leibeshöhle. mh Magenhaut. l Lippe. pp Prästomialplatten.

Fig. 10. Dasselbe von Ophiolepis ciliata. ngr Nervengefässring. ar Ambulacralring. bk Beerenförmiger Körper. St Stiel. sk Steinsack. u Umbo. x Stelle, wo der Steinsack über den Nervengefässring hinwegragt.

Fig. 11. Abgangsstelle des in den Wirbel tretenden Zweigs (wn) des Ambulacralnerven von Ophiolepis.

Fig. 12. Querschnitt des Ambulacralnerven aus einem ergänzten Strahl von Ophiothrix Hemprichii. zs Zellenschicht. fs Faserschicht. os oberer Strang.

Fig. 13. Ambulacralnerv von Ophiolepis von oben. os Oberer Strang. df dunkle Fasern.

Fig. 14. Durchschnitt durch Magenwand und Leibeshöhle von Ophioderma von der Rückenseite. fs untere Faserschicht. wlh. äussere Wand der Leibeshöhle. lh Leibeshöhle. mh Magenhaut. s Text. bb bindegewebige Balken.

Fig. 15. Querschnitt eines Tentakels von Ophiothrix fragilis. lms Längsmuskelschicht. hs hyaline Schicht. n Nerv.

Ueber das Haarkissen am Blattstiel der Imbauba (Cecropia), das Gemüsebeet der Imbauba-Ameise.

Von

Fritz Müller.

Thomas Belt gebührt das Verdienst, in seinem vortrefflichen „Naturalist in Nicaragua“, einer wahren Fundgrube anziehender Beobachtungen und anregender Gedanken, hingewiesen zu haben auf die merkwürdigen und wichtigen Wechselbeziehungen zwischen gewissen mit Honigdrüsen ausgestatteten Pflanzen und den Ameisen, welche den Honig lecken und dafür die Pflanzen gegen verschiedene Feinde schützen, unter denen im wärmeren America die Tragameisen, Arten der Gattung Oecodoma, obenan stehen.

Belt gedenkt bei dieser Gelegenheit auch der Imbauba (Cecropia). Der hohle, durch Querwände in Kammern getheilte Stamm dieses Baumes ist stets von Ameisen bewohnt, die hier Schildläuse halten und bei jeder Erschütterung des Baumes zu Tausenden hervorstürzen, um, wen sie da finden, mit höchst empfindlichen Bissen zu verfolgen. Belt glaubt, dass auch diesem Baume die Anwesenheit der Ameisen, denen derselbe so geräumige Wohnung bietet, von Nutzen sei.[1]) Und darin hat er ohne Frage Recht und auch in diesem Falle sind es vornehmlich, wenn nicht ausschliesslich die Tragameisen (Oecodoma), gegen deren Angriffe die im Stamm der Imbauba hausenden Ameisen als treue Wacht und schützendes Heer dienen. Wiederholt sah ich junge Imbaubastämmchen, in denen noch keine Ameisen sich angesiedelt hatten, nie aber solche, die bereits von Ameisen bewohnt waren,

---

[1]) Thomas Belt, The Naturalist in Nicaragua. London 1874, p. 222.

durch Tragameisen ihrer Blätter, bis auf die Stiele und Hauptnerven, vollständig beraubt werden.

Was aber veranlasst die Imbauba-Ameisen, so treue Wacht zu halten an den Blättern des Baumes, der ihnen Obdach gewährt? — Erschütterungen des Baumes rufen, wie gesagt, die kleinen Vertheidiger desselben zu Tausenden hervor; aber gerade gegen die Feinde, die Stamm oder Aeste erschüttern, gegen das Faulthier, das ausschliesslich von den Blättern des Imbauba lebt, oder gegen die Axt des Menschen, vermögen sie trotz ihrer empfindlichen Bisse [1]) den Baum nicht zu schützen. Das Auf- und Absteigen der Tragameise kann weder auf diese Weise, durch Erschütterung, sich ihnen bemerklich machen, noch wird es überhaupt von den im Innern des Stammes sich aufhaltenden Bewohnern desselben bemerkt werden können. Was also veranlasst die Imbauba-Ameise, die Blätter, — namentlich die bei allen Pflanzen zumeist den Angriffen der Tragameise ausgesetzten jüngeren Blätter zu bewachen?

Ich war vor Kurzem so glücklich, die Antwort auf diese Frage zu finden, und hoffe, sie wird auch Anderen nicht weniger Freude und Ueberraschung bereiten, als mir selbst.

Am Grunde des Blattstiels der Imbauba gewahrt man ein flaches Kissen, das sich etwa 1 Mm. über seine Umgebung erhebt und von unten her reichlich die Hälfte des Blattstiels umfasst. An dem Blatte eines 0,07 M. dicken Stammes war dieses Kissen in der unteren Mittellinie des Blattstieles 23 Mm. breit, erstreckte sich von da, allmählich verschmälert, 35 Mm. nach jeder Seite und nahm eine Fläche von etwa 8 Quadratcentimeter ein. So lange dieses Kissen von dem tütenartigen Nebenblatte des nächstunteren Blattes umschlossen wird, ist es weiss; an der Luft färbt es sich bald, erst hell, dann dann rehbraun. Den Blättern junger Pflanzen fehlt dieses Kissen; ebenso den ersten Blättern dünner Seitentriebe, die aus geköpften jüngeren Stämmen hervorspriessen; so waren an dem 8 Mm. dicken Triebe eines abgehauenen 10 Mm. dicken Stämmchens die vier ersten Blätter ganz ohne Kissen; das fünfte und sechste zeigten ein kleines Kissen auf einer Seite,

[1]) Die hiesige Imbauba-Ameise gehört zu den stachellosen Arten, bei denen nur der erste Hinterleibsring abgeschnürt ist; das Geäder ihrer Vorderflügel gleicht dem der Formica-Arten mit Discoidalzelle; sie unterscheidet sich von Formica durch die Zahl ihrer Tasterglieder: die Kiefertaster haben fünf, die Lippentaster drei Glieder.

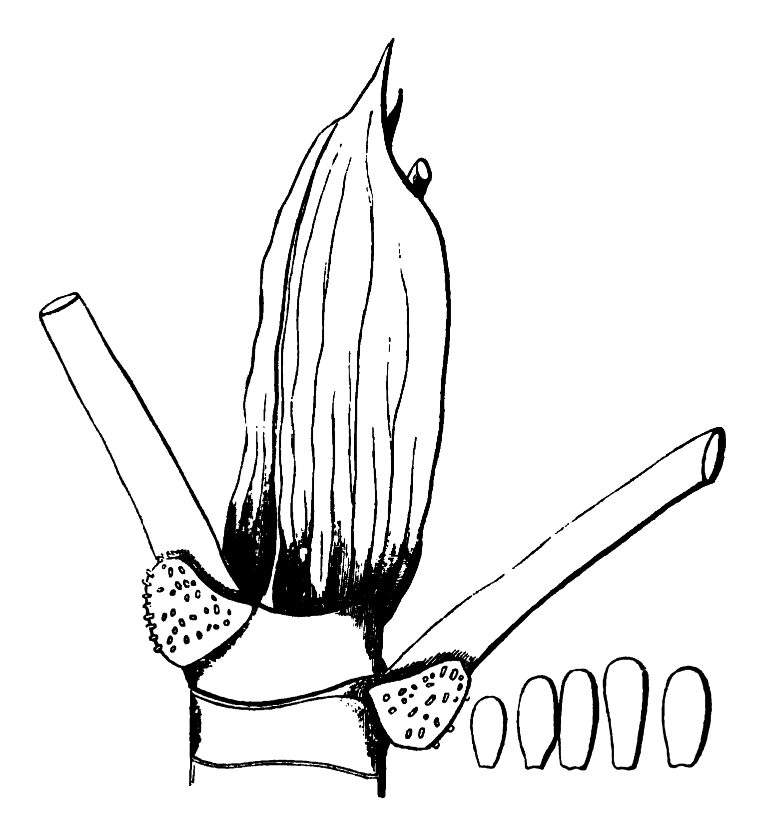
das folgende jederseits ein kleines Kissen und dazwischen, in der Mittellinie, einen schmalen Zwischenraum; am achten Blatte war ein vollständiges Kissen, das aber noch durch eine obere und untere Bucht in der Mittellinie auf die Entstehung aus zwei Kissen hinwies; das neunte Blatt endlich trug ein Kissen von gewöhnlicher Form.

Bei der Entwicklung der Blätter zeigt sich das Kissen zuerst als ein seidenartig glänzender weisslicher Fleck, von ziemlich weitläufig stehenden, einzelligen, borstenartigen, leicht gekrümmten Haaren gebildet. Zwischen diesen spriessen später, auf's dichteste gedrängt, vielzellige Haare hervor, gegen deren Zahl die der einfachen Haare fast verschwindet. Sie erreichen eine Länge von reichlich 1 Mm. und bestehen aus etwa einem Dutzend Zellen; die untersten sind gestreckt walzenförmig, die obern eiförmig oder kuglig und dicker als die unteren; die Endzelle läuft in eine kürzere oder längere, häufig gekrümmte, scharfe Spitze aus. Dicht zusammengedrängt bilden diese Haare ein ziemlich festes Kissen, dessen Oberfläche ein einigermassen sammetartiges Ansehen hat. Wasserhell und farblos, bis sie an die Luft treten, beginnen sie an der Luft von der Spitze her sich zu bräunen und theilweise zu verschrumpfen.

Wieder später, als diese vielzelligen, am Ende perlschnurförmigen Haare, und erst wenn die Enthüllung des Blattes nahe rückt, entwickeln sich in den Kissen keulenförmige Gebilde, die bis zu 0,8—1 M. Länge heranwachsen, bei 0,3—0,5 M. Dicke; ihr Ende ist abgerundet; ihr grösste Dicke fällt bald nahe dem freien Ende, bald gegen die Mitte hin, bald endlich ist ihre Dicke eine fast gleichbleibende, so dass ihre Gestalt zwischen birnförmig, eiförmig und walzenförmig schwankt. Reif erscheinen sie milchweiss, glänzend, etwas durchscheinend. Sie sind nicht saftig und weich, sondern ziemlich fest und schrumpfen beim Trocknen, wobei sie gelblich werden, nur mässig zusammen. Sowie sie ihre volle Grösse erlangt haben, lösen sich diese Kölbchen ab und treten allmählich über die Oberfläche des Haarkissens hervor, in welchem sie wäsrend ihres Wachsthums versteckt lagen. Sie fallen nun bei leichter Berührung und endlich wohl auch von selbst ab.

Dur Zeit, wo das Haarkissen durch das Abfallen des nächstunteren tütenförmigen Nebenblattes enthüllt wird, pflegt schon eine Zahl dieser Kölbchen mehr oder weniger aus dem Kissen hervorgetreten zu sein; dabei aber finden sich noch jüngere

Kölbchen in allen Grössen im Innern des Kissens. Der Nachschub neuer Kölbchen dürfte eine ganze Reihe von Wochen andauern, da sie noch auf dem Haarkissen des dritt- oder selbst viertletzten Blattes sich zeigen. Die Haarkissen der obersten Blätter junger Stämme, die noch nicht von Ameisen bewohn



Spitze eines jungen, nicht von Ameisen bewohnten Imbaubastämmchens, nat. Gr. — Die Blätter sind abgeschnitten. Der oberste der drei Blattstiele von dem tütenförmigen Nebenblatte des nächst unteren Blattes umhüllt. Am Grunde der beiden unteren Blattstiele die braunen Haarkissen, mit milchweissen Kölbchen besetzt.

sind, pflegen reichlich mit Kölbchen geziert zu sein, die wie milchweisse Spargelpfeifen aus braunem Beete hervortreten; man findet ihrer 60 bis 100 auf einem einzigen Kissen. An Pflanzen aber die von Ameisen bewohnt sind und das ist schon bei daumesdicken Stämmchen fast ausnahmslos der Fall, sieht man in der

Regel nur ganz vereinzelte kaum in halber Länge vorragende Kölbchen. Schon hieraus würde sich mit befriedigender Sicherheit schliessen lassen, dass die Kölbchen, sowie sie reif aus dem Haarkissen sich erheben, von den Ameisen abgeerntet werden, — dass die Besuche, welche die Ameisen beständig bei den jüngeren Blättern machen, den Haarkissen am Grunde des Blattstieles, ihren Gemüsebeeten gelten, — und dass in Folge dieser steten Besuche die Tragameisen nicht unbemerkt zu den Blättern der Imbauba gelangen können. Es wurde mir indess auch Gelegenheit, dem Housed Abernten eines Gemüsebeetes als Zeuge beizuwohnen. Ich hatte die Spitze eines 25 Mm. dicken Imbaubastämmchens mit heimgenommen, welches von einem sehr schwachen, wohl kaum einige hundert Arbeiter zählenden, wahrscheinlich noch jungen Ameisenvolke bewohnt war. Der Stiel des obersten bereits vollständig entfalteten Blattes war noch von dem nächstunteren Nebenblatte umschlossen, und als ich dieses entfernte, zeigte sich das dadurch blossgelegte Haarkissen mit zahlreichen (etwa 50) Kölbchen besetzt. Die Ameisen hatten ihren Eingang in's Innere des Stammes ungewöhnlich weit von der Spitze, etwa 0,5 M. unter dem neuen Gemüsebeete; und doch hatte ich dasselbe kaum zugänglich gemacht, so erschienen auch schon die Ameisen auf demselben. Jede packte eines der weissen Kölbchen mit den Kinnbacken und lief damit stammabwärts, um es heimzutragen. Anfangs ging das recht rasch, da die ganz losen Kölbchen eben nur wegzunehmen waren. Bei denen aber, die noch fester sassen, und kaum über halb vorsahen, kostete es oft ziemliche Zeit und Mühe, bis sie nach manchem Ziehen und Wackeln nach verschiedenen Seiten sich lösten und fortgetragen werden konnten. Nach etwa 10 bis 15 Minuten waren nur noch vier Kölbchen übrig, an denen verschiedene Ameisen vergeblich ihre Kräfte versucht hatten.

So ist denn der Fall der Imbauba dem der merkwürdigen Ochsenhorn-Aracia[1]), den Thomas Belt so lebensfrisch geschildert hat, weit ähnlicher, als Belt glaubte; hier wie dort liefert der Baum seinen Vertheidigern neben Obdach auch Nahrung und wie dort die goldenen Birnen jedes Blattes eine nach der anderen reifen und so dem jungen Blatte für längere Zeit den Besuch der schützenden Ameisen sichern, so bietet auch das Gemüsebeet jedes neu entfalteten Imbaubablattes den Ameisen eine Wochen lang

[1]) Thomas Belt, a. a. O., p. 218.

andauernde, Wochen lang sie anlockende Ernte. Dieser fortdauernde Nachschub junger Kölbchen wird ermöglicht, — und darin liegt dessen Bedeutung, — durch das dichte Haarkissen, welches nicht nur den unter ihm sich entwickelnden Kölbchen die nöthige Feuchtigkeit bewahrt, sondern auch die Ameisen hindert, dieselben vor der Reife anzutasten.

Und nun noch Eins. In der Regel sind es Honigdrüsen, welche die schützenden Ameisen (hier besonders einen kleinen schwarzen Crematogaster) herbeiziehen. Dagegen scheinen die Kölbchen des Imbauba vorwiegend aus einem Eiweissstoffe zu bestehen. Jodlösung färbt sie dunkel gelbbraun, concentrirte Schwefelsäure schön rosenroth. — Da die von ihnen gezüchteten Schildläuse den Imbauba-Ameisen Honig oder eine ähnliche süsse Flüssigkeit liefern, dürften Honigdrüsen auf sie keine allzugrosse Anziehungskraft ausüben und so bietet ihnen die Imbauba als Lockspeise in den von ihnen so eifrig gesuchten Kölbchen nicht eine süsse saftige Frucht, sondern gewissermassen ein Liebig'sches Fleischextract, einen verdichteten Eiweissstoff in möglichst handlicher, bequemer Form. Während wir unsere stickstoffhaltige Nahrung hauptsächlich den Thieren, unsere stickstofflose den Pflanzen entnehmen, ist das Umgekehrte also bei der Imbauba-Ameise der Fall.

Itajahy, 31. October 1875.

Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Clp. u. Lchm.

Von

O. Bütschli.

Hierzu Tafel IX.

Die erste Kenntniss von der Fortpflanzung der Acinetinen durch im Innern des mütterlichen Leibes sich entwickelnde Schwärmsprösslinge verdanken wir Stein. Die Ermittlung dieser Thatsache war eine der ersten und wichtigsten Früchte seiner Infusorienstudien, die er im Jahre 1847 begonnen hatte. 1849 beschrieb er zuerst [1]) die Bildung eines derartigen Sprösslings bei der Acinete der Wasserlinsen [2]) und glaubte die Ansicht aussprechen zu dürfen, dass dieser Schwärmsprössling sich durch directe Umwandlung eines sich abschnürenden Theils des Nucleus, mittels Aufnahme eines Theils der verflüssigten Körnermasse des Acinetenkörpers, hervorbilde. Er stand hierbei unverkennbar unter dem Einfluss einer im Jahre 1845 von v. Siebold in seinem Lehrbuch der vergl. Anatomie geäusserten Vermuthung [3]): dass nämlich vielleicht der sogen. Nucleus der Infusorien in einem ähnlichen Verhältniss zu dem ihn einschliessenden Infusor stehe, wie die schlauchartigen Larven des Monostomum mutabile zu den sie um-

---

[1]) Fr. Stein, Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. Arch. f. Naturgeschichte, 15. Jahrg. 1849. Bd. I, p. 92.

[2]) Stein nennt diese Acinete später Acineta Lemnarum; Claparède und Lachmann hingegen betrachten sie als identisch mit der auf Cyclops quadricornis schmarotzenden Podophrya und nennen sie daher Podophrya Cyclopum (Études s. l. infusoires, I, p. 382).

[3]) l. c., p. 25.

hüllenden, infusorienartigen Embryonalleibern. Auch die Beobachtungen über vermeintliche Embryonen ciliater Infusorien (Paramaecium Bursaria), welche schon einige Zeit vorher (1844) Focke angestellt hatte und bei deren Bildung gleichfalls der Nucleus eine wichtige Rolle (als Uterus) spielen sollte, mögen Stein in seiner Absicht bestärkt haben. —

Diese vermeintliche Entstehung der Schwärmsprösslinge aus einem Theil des Nucleus des Mutterthiers sollte nun eine verhängnissvolle Bedeutung für die gesammte Kenntniss der Fortpflanzung sowohl der Acineten, als der ciliaten Infusorien erlangen; wechselseitig führte man den vermeintlichen Nachweis dieser Erscheinung bei der einen Abtheilung als Stütze für die ähnliche Entstehung der Embryonen der andern an und umgekehrt.

In seiner späteren grösseren Arbeit über die Entwicklungsgeschichte der Infusorien [1]) zeigte Stein die ähnliche Fortpflanzungsweise bei einer Reihe anderer Acineten, und es gelang ihm nun auch, bei zwei Arten dem Process der Embryonenbildung etwas näher zu kommen. Bei Acineta Infusionum Stein und tuberosa [2]) Ehrbg. war es ihm geglückt, nachzuweisen, dass sich der im Mutterthier bildende Schwärmsprössling um einen Fortsatz des Nucleus formire, so dass also in diesen Fällen nur der Nucleus des Schwärmsprösslings von dem des Mutterthiers geliefert werde, das Protoplasma des ersteren hingegen sich um diesen Nucleus anlagere, also nothwendigerweise von dem des Mutterthiers hergeleitet werden müsse. Es scheint mir, als wenn Stein damals dieser Bildungsweise des Schwärmsprösslings

---

[1]) Die Infusorien auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854.

[2]) l. c., p. 164 und 217. Stein hielt die Acinete, bei welcher er diese Beobachtung zuerst anstellte, für die Ehrenberg'sche Podophrya fixa, erkannte jedoch später die Verschiedenheit derselben von dieser Ehrenberg'schen Art und nannte sie daher (vergl. Organismus der Infusionsthiere I, p. 48) Acineta Infusionum. Hiernach sind die Angaben bei Hertwig (Morphologische Jahrbücher I) zu berichten. Dagegen ist es jedenfalls nicht richtig, wenn Hertwig bemerkt, dass die von Stein als Acineta tuberosa Ehrbg. beschriebene Art nicht die Ehrenberg'sche sei; Claparède und Lachmann erkannten (Études I, p. 388) die Identität der Stein'schen Acineta tuberosa mit der gleichnamigen Ehrenberg'schen Art an; dagegen bemerken sie im II. Band, p. 142, dass Stein nur diese Identität annehme und scheinen sie für unwahrscheinlich zu halten, da (vergl. die Anmerkung) Stein's Acineta tuberosa eine Süsswasserform sei, die Ehrenberg'sche Art aber marin. Diese Angabe Claparède's beruht jedoch nur auf einem Versehen, da die Stein'sche A. tuberosa gleichfalls eine marine Form ist.

eine ziemlich allgemeine Geltung zugeschrieben hätte (ohne Zweifel jedoch mit Ausnahme des Dendrocometes paradoxus); späterhin aber und namentlich noch in dem zweiten Bande seines grossen Infusorienwerks [1]), vertritt er mit Entschiedenheit die Ansicht, dass sich der Schwärmsprössling in vielen Fällen auch direct aus einem Theil des Nucleus hervorbilde und die oben erwähnte Entstehungsweise desselben bei Acineta Infusionum und tuberosa nur ein besonderer Fall sei. Claparède und Lachmann [2]), welche den Acineten bekanntlich hinsichtlich ihrer Fortpflanzung ein sehr eingehendes Studium gewidmet haben, hielten an der Entstehungsweise der Schwärmsprösslinge aus Nucleusstücken fest. Lieberkühn [3]) hatte eine ganz ähnliche Entstehungsweise des Schwärmsprösslings einer Acineta der Fischkieme wie Stein früher bei Acineta Infusionum und und tuberosa beobachtet, glaubte jedoch sonderbarer Weise gerade hierin einen Beweis für die Entstehung des Sprösslings allein aus dem Nucleus zu sehen.

Engelmann [4]) hat die Sprösslinge bei Podophrya Steinii Cl. und L. (Acineta Operculariae Stein), quadripartita Cl. u. L., Astaci Cl. und L. und Acineta Infusionum St. beobachtet, und spricht sich mit sehr triftigen Gründen dahin aus, dass nur der Nucleus der Sprösslinge von dem des Mutterthiers herstamme, die gesammte Körpermasse des oft ausserordentlich grossen Sprösslings jedoch direct aus dem Protoplasma des Mutterthiers hervorgehe. Bei Podophrya quadripartita gelang es ihm, zu beobachten, dass der mütterliche Kern, wie bei Acineta Infusionum und tuberosa, mit dem Kern des sich bildenden Sprösslings noch strangförmig zusammenhing.

Mittlerweile war jedoch auch zuerst durch Cienkowski [5]) noch eine andere Art der Fortpflanzung der Arineten nachgewiesen worden, nämlich die durch einfache Theilung, wobei sich die eine Theilhälfte ebenso wie der Schwärmsprössling mit Cilpi begleitete, ihre Tentakel einzog und sich vom andern Theilsprössling entfernte. Diese zuerst von Cienkowski bei Podophrya fixa Ehrbg. beobachtete Vermehrungsweise wurde späterhin auch von Cl. u.

---

[1]) Der Organismus der Infusionsthiere, Bd. II, p. 139.

[2]) Études sur les infusoires, Bd. II.

[3]) Ueber Protozoen. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. VIII, p. 307.

[4]) Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. XI, p. 376.

[5]) Bulletins de l'Academ. imp. de St. Pétersbourg. Cl. physicomath. XIII. 1855, p. 297.

sehr nahe liegende, gleichsam von selbst bietet — gehe ich über zur Schilderung einiger Beobachtungen über die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Cl. u. L., woraus sich auch hinsichtlich der allgemeinen Bedeutung dieser Fortpflanzungsweise ein nicht unwichtiger Schluss ziehen lassen wird.

Die Podophrya quadripartita, eine schon im vorigen Jahrhundert von Baker [1]) recht kenntlich abgebildete Acinete, O. F. Müller's Vorticella tuberosa, wurde späterhin von Stein [2]) eine Zeit lang für den Acinetenzustand der Epistylis plicatilis gehalten, da sie sich sehr häufig als Ansiedler auf den Bäumchen dieser Vorticelline findet. Durch Claparède und Lachmann wieder in ihr Recht als selbstständige Infusorienform eingesetzt, gelang es diesen Forschern und später Engelmann, gerade bei dieser Acinete mehrfach den Uebergang des Schwärmsprösslings in eine dem Mutterthier gleiche Acinetine zu verfolgen und dadurch die Acinetentheorie Stein's zu widerlegen. [3]) Oben wurde schon der Beobachtung Engelmann's über die Bildung des Sprösslings gedacht, woraus hervorging, dass derselbe auch hier um eine Nucleusknospe durch Abscheidung eines Theils des mütterlichen Protoplasmas entsteht. Es ist hinsichtlich der einmal von Stein behaupteten Zusammengehörigkeit der Podophrya quadripartita mit der Epistylis plicatilis nicht ganz ohne Interesse, dass ich umgekehrt bei meinen Thieren sehr gewöhnlich eine derartige Vergesellschaftung mit der Opercularia articulata St. antraf; dass jedoch dieser Umstand sich nur durch den Nutzen erkläre, welchen die Podophryen von den durch die Vorticellen erregten Strömungen ziehen, ergibt sich einmal daraus, dass ich sehr häufig auch vereinzelte Podophryen auf den Wasserlinsenwurzeln traf, eine ungeheure Zahl jedoch auf einer Bryozoë (Fredericella?), wo sie sich jedenfalls in noch viel günstigeren Verhältnissen bezüglich der Nahrungszufuhr fanden als auf den Opercularienstöckchen. —

Die allgemeinen Bauverhältnisse unseres Thieres sind, dank der Arbeiten Stein's, Claparède's und Lachmann's, so weit bekannt, dass ich nicht näher auf sie einzugehen nöthig habe, um so mehr, als ich sie auch nicht zum Gegenstand speciellen Studiums machte, noch dies beabsichtigte. Nur einige, uns hier näher interessirende

---

[1]) Baker, Beiträge zum nützlichen und vergnügenden Gebrauch des Mikroskops. Aus dem Engl. übers. Augsburg 1754, T. XIII, Fig. X—XII.

[2]) Stein, l. c., p. 7 ff.

[3]) l. c., II, p. 119.

Punkte bedürfen einer genaueren Erwähnung. So einmal die contractilen Vacuolen. Stein[1]) beschrieb 1 bis 3, regellos in der Nähe des Randes gelegene, contractile Stellen. Claparède und Lachmann hingegen geben in dem systematischen Theil ihres Werkes[2]) an, ein oder zwei, manchmal jedoch auch vier bis sechs contractile Vacuolen gefunden zu haben; in dem entwicklungsgeschichtlichen Band[3]) hingegen bemerken sie, dass sich eine contractile Vacuole immer finde, zwei sehr häufig, dagegen drei sehr selten. Ich traf nun bei meinen Thieren immer zwei Vacuolen an ganz bestimmter Stelle, und als ich genauer und namentlich durchsichtigere Thiere untersuchte, auch noch eine dritte Vacuole, an deren Constanz ich nicht zweifle, da sie schon in dem Schwärmsprössling deutlichst angelegt wird, obgleich ich sie, wie gesagt, nicht immer sah. Die Lage dieser drei Vacuolen ist aber folgende (Fig. 3). Zwei derselben liegen am Vorderende der Podophrye, wie ich das der Anheftungsstelle entgegengesetzte Ende nennen will, und zwar sich genau gegenüber, zwischen je zwei, der die Tentakel tragenden, kurzen Zapfen, welchen unsere Podophrya ihren Speciesnamen zu verdanken hat. Die dritte Vacuole hingegen findet sich etwa in der Leibesmitte des Thieres, und zwar um einen rechten Winkel von den beiden zuerst genannten entfernt. Alle drei liegen dicht unter der Oberfläche des Thieres, ein Umstand welcher die schon von Lachmann[4]) für die Acinetinen nachgewiesene Entleerung der Vacuolen nach aussen (wie bei den ciliaten Infusorien) nur bestätigen kann. Die Neubildung der Vacuolen nach ihrer Systole geschieht auch hier, wie bei vielen ciliaten Infusorien und Rhizopoden, durch das Zusammenfliessen einer grösseren Anzahl neuentstandener, kleiner. —

Der Nucleus ist ein im normalen Zustand ovaler bis dreieckiger, langgestreckter Körper, dessen Längsrichtung mit der des Thieres zusammenfällt. Hufeisenförmig gekrümmte Formen, von welchen Stein spricht, sah ich im normalen Zustand eben so wenig wie Claparède und Lachmann, wenn nicht etwa Stein solche

[1]) l. c., p. 96.

[2]) l. c., p. 382.

[3]) p. 117. Die Erklärung der Angabe Cl. u. L's., dass sie zuweilen sogar bis sechs contractile Vacuolen sahen, ergiebt sich wohl daraus, dass sich, wie weiter unten gezeigt werden wird, für jede der drei Vacuolen des Mutterthiers entsprechende im Sprössling anlegen. Da nun Cl. u. L. die früheren Stadien der Sprösslingsbildung nicht erkannten, so schrieben sie die neugebildeten Vacuolen desselben noch dem Mutterthier zu.

[4]) Verh. des naturf. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westph, XVI, p. 91.

Formen gesehen hat, die, wie ich weiter unten beschreiben werde, der Nucleus nach der Sprösslingbildung annimmt.

Die Masse des Nucleus ist im gewöhnlichen Zustand sehr deutlich dunkelkörnig. Die ziemlich regelmässig gerundeten, stark lichtbrechenden Körnchen liegen ganz dicht zusammen, in einer hellen Zwischenmasse eingebettet. Aeusserlich wird der gesammte Nucleus, wie der der ciliaten Infusorien, noch von einer dicht aufliegenden, zarten Hüllhaut umschlossen. Wie bekannt, bildet sich bei Podophrya quadripartita stets nur ein Sprössling auf einmal; jedoch kann sich, wie ich mich durch Untersuchungen an demselben Thiere überzeugt habe und wie auch die früheren Forscher angenommen haben, die Fortpflanzung durch Sprösslinge mehrfach in kurzen Zeiträumen wiederholen.

Die erste Anlage zur Bildung des Sprösslings zeigt sich nun in einer sehr unerwarteten Weise. Man trifft nämlich sehr häufig Thiere, auf deren vorderen Fläche, mitten zwischen den Tentakelzapfen, sich eine kleine, trichterförmige bis spaltartige Einsenkung findet (Fig. 1).[1]) Bei andern Individuen ist diese Einsenkung schon ziemlich tief in das Innere vorgedrungen und hat sich innerlich zu einer kleinen Höhle erweitert, während sie sich äusserlich durch eine enge Mündung öffnet. Man könnte in Versuchung kommen, zu glauben, dass sich hier eine Mundöffnung an der Podophrya gebildet habe; dem ist jedoch nicht so, sondern diese Oeffnung ist diejenige, durch welche der Sprössling später seinen Weg in die Aussenwelt finden soll, die sogen. Geburtsöffnung Stein's. Unterhalb dieser Oeffnung, aus dem Boden der Höhle, in welche sie führt, wird sich zunächst der Sprössling anlegen. Dies geschieht in folgender Weise. Die Höhle vergrössert

[1]) Das tiefere Eindringen in diese Vorgänge wurde nur durch folgende Verfahrungsweise ermöglicht. Im normalen Zustande sind die Individuen der P. quadripartita bekanntlich so von dunkeln und ziemlich groben Körnern erfüllt, dass es nicht möglich ist, die feineren Bauverhältnisse des Kernes ohne Misshandlung des Thieres zu erkennen. Lässt man jedoch die Thiere einige Zeit in reinem Wasser, z. B. auf dem Objectglase, hungern, so verlieren sich die störenden Körner allmählich und die Acinete erlangt die in Fig. 3 wiedergegebene, durchsichtige Beschaffenheit. Das in Fig. 4—13 in fortlaufenden Entwicklungsstadien dargestellte Thier war auf diese Weise auf dem Objectglas seit etwas mehr als 24 Stunden vor der Beobachtung gezogen worden. Bei der Isolation enthielt das Thiers und seine Gefährten Embryonen, welche nach einiger Zeit ausschwärmten; 24 Stunden später bildeten sie von neuem Sprösslinge, deren Formationsgeschichte in den Abbildungen wiedergegeben ist.

sich unterhalb der vordren Fläche der Podophrya, jedoch nach verschiedenen Seiten in sehr ungleicher Weise. In der Ebne nämlich, in welcher die hintere Vacuole liegt, wächst sie nach beiden Seiten rasch weiter zwischen das Protoplasma der Podophrya hinein, etwa parallel mit der Oberfläche des Acinetenkörpers verlaufend, so dass sie bald zu beiden Seiten des Nucleus die Gegend der hintern Vacuole erreicht (Fig. 3). In der hierzu senkrechten Richtung hingegen, in der Ebne der beiden vordern Vacuolen, hat sie sich vorerst nur sehr wenig ausgedehnt, wie sich dies besser aus der Fig. 3 ersehen, als mit Worten schildern lässt.

Auf dem Boden der so vergrösserten Höhle, der ungefähr einen Theil einer Kugeloberfläche bildet, zeigt sich nun sehr bald eine mittlere, in der Ebene der hinteren Vacuole verlaufende Furche (Fig. 3), deren Grund sich sogleich, soweit dies mit Sicherheit zu erkennen ist, mit mehreren Reihen von lebhaft schlagenden Wimpern bekleidet.

Der so ausgezeichnete Boden der Höhle ist, wie schon bemerkt, ein Theil des zukünftigen Sprösslings; die Furche mit den Wimpern dessen in Bildung begriffener Wimpergürtel.

Noch zeigt der Kern der Podophrye nicht die geringste Veränderung. Zunächst erhält nun der in dieser Weise angelegte Sprössling seine eigenen kleinen, contractilen Vacuolen und zwar bildet sich in genau entsprechender Lage in dem Sprössling für jede contract. Vacuole der Mutter eine neue (vergl. Fig. 4 u. 5). Wie bei der Theilung der ciliaten Infusorien werden dieselben ohne Zweifel selbständig in dem Protoplasma des Sprösslings auftauchen.

Mittlerweile vergrössert sich die Höhle in der Richtung nach den beiden vorderen Vacuolen unablässig, wenn auch langsam (Fig. 4 u. 5).

Ich trage nach, dass schon auf dem Stadium der Fig. 3 die Ränder der eigentlichen Einstülpungsöffnung der Höhle (wenn man so will) sich meist deutlich aufgerichtet haben und gewissermassen einen kurzen Rüssel der Podophrya bilden.

Erst einige Zeit nachdem die contractilen Vacuolen des Sprösslings entstanden sind (Fig. 5), zeigt sich sehr plötzlich die erste Veränderung des Nucleus. Zuvor bemerke ich jedoch, dass die in Fig. 4 bis 13 dargestellten Entwicklungszustände des Sprösslings bis zu seiner völligen Ausbildung durch fortlaufende Beobachtung eines und desselben Thieres erhalten worden sind, dass daher auch sämmtliche nun zu beschreibenden Veränderungen

des Kernes am lebendigen Nucleus beobachtet worden sind, also nicht der Einwurf künstlich hervorgerufener Bildungen erhoben werden kann. Plötzlich nämlich (Fig. 5) verändert der Kern seine Structur, indem die stark lichtbrechenden Körner, welche, wie beschrieben, ihn zusammensetzen, auf einmal zu Fäden auszuwachsen beginnen, so dass im Anfange dieser Veränderung der Kern das eigenthümliche Aussehen der Fig. 5 erhält. Dies Auswachsen der Kernkörner zu feinen Fäden schreitet jedoch weiter fort, so dass nach kurzer Zeit der früher so deutlich körnige Kern als ein vielfach verschlungenes Geknäuel feinster Fäden erscheint (Fig. 6).

Gleichzeitig hat sich jedoch auch die allgemeine Gestalt des Kernes etwas geändert, indem er sich in der Längsrichtung verkürzt und entsprechend verbreitert hat. Diese Concentrationsbestrebung des Kernes dauert noch weiter fort, bis schliesslich eine ziemlich abgerundete Form, wie in Fig. 8, erreicht worden ist. Mittlerweile ist nun auch durch Ausdehnung der Höhle die Ablösung des Sprösslings selbst bedeutend weiter geschritten; ich unterlasse hier eine nähere Schilderung dieses Vorganges der allmählichen Herausschälung des Sprösslings, da die Vergleichung der Abbildungen diesen Process viel besser erläutern wird. Jetzt, nachdem etwa schon die eine Hälfte des Sprösslings sich vom Mutterthier abgetrennt hat, beginnt zuerst eine auf den Zerfall hindeutende Formveränderung des Kernes (Fig. 9). Sein vorderes Ende verlängert und verschmälert sich zu einem kolbenfömigen Gebilde, welches allein noch in dem, weiterhin als hintere Hälfte des Sprösslings sich abschnürenden Theil des mütterlichen Protoplasmas verbleibt, während der übrige Kern ausserhalb derselben seine Lagerung erhält (Fig. 9 u. 10). Dabei beginnt letzterer Theil des Kernes in sehr eigenthümlicher Weise in der Ebne der beiden vorderen Vacuolen sich zu strecken, indem er sich hierbei mehr und mehr im opt. Durchschnitt dreieckig gestaltet und sich um die, nun allmählich zur Abschnürung gelangende, hintere Hälfte des Sprösslings herumkrümmt (9—12).

Der in den Sprössling hineinragende, kolbenförmige Fortsatz des Kernes, in dessen vorderem, abgerundetem Ende die Kernfasern in recht deutliche Verdickungen auslaufen (10—11), schnürt sich nun, indem sich die Abtrennung der hintern Hälfte des Embryo immer mehr vollzieht, allmählich von der ausserhalb des Sprösslingsanlage gebliebenen Kernpartie ab, indem sich der Verbindungsstrang beider mehr und mehr verdünnt (Fig. 11 u. 12) und

schliesslich ganz einreisst. Letzteres geschieht sicherlich erst in dem Moment, wenn die Ablösung des Sprösslings selbst sich vollendet (Fig. 12—13). Nach gänzlicher Abtrennung vom Mutterthier liegt demnach der Sprössling als ein ungefähr eiförmiger Körper dicht unter der vordern Fläche der Podophrya; mit seiner Längsaxe ist er zwischen die beiden vorderen Vacuolen gestellt, sein Wimpergürtel hingegen liegt in der Ebene der hinteren Vacuole. Er rotirt nun lebhaft in der mit Flüssigkeit erfüllten Höhle umher, welche durch die Geburtsöffnung von jeher mit der Aussenwelt in Verbindung stand. Sehr bald verliert nun der Kern des Sprösslings seine faserige Beschaffenheit und erhält wieder die körnige Structur des normalen Zustandes (Fig. 13). Dagegen bewahrt der Kern des Mutterthiers seine faserige Beschaffenheit viel länger. Ich habe die Rückbildung desselben zu der normalen Gestalt und Beschaffenheit nicht näher verfolgt, doch geschieht dieselbe wohl ohne Zweifel in umgekehrter Weise wie die Veränderungen während der Theilung. Nachdem nun der Sprössling sich einige Zeit in seiner Höhle herumgetummelt hat, beginnt das Mutterthier regelmässig, wie das auch schon Stein, Claparède und Lachmann angegeben haben, ziemlich energische Contractionen auszuführen, welche ohne Zweifel mit dem Geburtsact des Sprösslings in Verbindung stehen. Die Art dieser Contractionen, die vielleicht besser als Zuckungen bezeichnet werden, erinnert mich nicht etwa an die Contractionserscheinungen ciliater Infusorien, sondern mehr an die amöboiden Bewegungen der Rhizopoden, namentlich solcher mit relativ resistenter äusserer Schicht, wie z. B. die der Amöba terricola und violacea Greeff's. Es sind locale, bruchsackartige, plötzliche Hervordrängungen der Leibesmasse an verschiedenen Stellen des Podophryenkörpers, wie sie sich auch in gewöhnlichen Verhältnissen häufig, jedoch nicht so anhaltend und energisch zeigen. Wie schon von Claparède und Lachmann [1]) hervorgehoben wurde, zeigt die P. quadripartita die Circulationserscheinung des Endoplasmas der Infusorien recht deutlich, was ich zu bestätigen vermag; auch in den sogen. Contractionen möchte ich, wie gesagt, nur solche locale und energischere Strömungen erkennen.

Durch die Wirkung dieser Thätigkeit des Mutterthiers, sowie auch durch seine eigenen Anstrengungen, wölbt der Sprössling die Decke der Höhle allmählich hervor, wobei zugleich die röhren-

---

[1]) l. c. II, p. 121. Anmerkung.

artige Verlängerung der Geburtsöffnung allmählich schwindet. Schliesslich tritt er unter mächtiger Ausdehnung der Geburtsöffnung (Fig. 14) in die Aussenwelt.

Die Gestalt des so in Freiheit gesetzten, durch nicht sehr energische Bewegungen sich herumtummelnden Sprösslings ist etwas verschieden von der des noch in der Mutter eingeschlossenen. Die ursprüngliche Längsaxe desselben hat sich nämlich auffallend verkürzt, dagegen die Ebene der Wimperreifen verbreitert (Fig. 16).

Durch die Wimperreifen wird der Sprössling, wie namentlich sehr deutlich schon an dem noch im Mutterthier eingeschlossenen zu sehen ist, in zwei, an Grösse etwas differirende Theile geschieden, von welchen ich den kleinen, der eine contractile Vacuole enthält (Fig. 13), den vorderen nennen will, da er bei der Bewegung gewöhnlich vorangeht, den grössern dagegen, der zwei Vacuolen einschliesst, den hinteren. Im letzteren findet auch meist der Kern seinen Platz. Die Zahl der Wimperreifen beträgt sehr wahrscheinlich vier. Dieselben sind durch drei vorgewölbte Bänder von einander geschieden, in den Furchen zwischen welchen die Wimpern eingepflanzt sind. Aehnliche Ausbildung der Wimperreifen wurde schon mehrfach, sowohl von Stein als Claparède und Lachmann, für verschiedene Schwärmsprösslinge beschrieben.

Dies sind jedoch nicht die einzigen Wimpern, welche sich bei unsern Sprösslingen finden; bei den in Freiheit getretenen findet man nämlich auch das Hinterende deutlich von Cilien besetzt (Fig. 16), obgleich dieselben sich nur über eine sehr beschränkte Stelle desselben verbreiten.

An einer Randstelle des Vordertheils des Sprösslings bemerkte ich mehrfach, dicht bei dem Wimpergürtel, eine etwas eingedrückte Stelle, die möglicherweise ähnlichen Einsenkungen, welche sich an einer gewissen Stelle der Schwärmsprösslinge anderer Acineten finden, entspricht, und welche Stein [1]) früher für saugnapfartige Bildungen, mittels deren sich der Sprössling künftighin anheften würde, erklärte, während R. Hertwig darin Rudimente eines Cytostoms, eines Mundes, zu erkennen glaubt. Für unsere Sprösslinge kann ich hinsichtlich dieser Frage kein entscheidendes Urtheil fällen; ich muss jedoch hervorheben, dass die Oertlichkeit dieser kleinen, eingesenkten Stelle bei unseren Sprösslingen ziemlich gut mit derjenigen Stelle harmonirt, mittels

---

[1]) Organismus der Infusionsthiere I, p. 105.

welcher sie sich künftighin anheften werden und welcher die Ausscheidung des Stieles der jungen Podophrye zukommt.

Ich glaube nämlich, dass, obgleich ich die Entwicklung des Schwärmer zu der Podophrya nicht direct beobachtet habe, über die Stelle, mittels der sich der Schwärmer festheftet und die die Ausscheidung des Stieles vollzieht, kaum ein Zweifel sein kann. Wir sehen nämlich, dass der Schwärmer immer in ganz bestimmter Weise zu seinem Mutterthier orientirt ist, dass die Ebene, in welcher sich der Wimpergürtel bildet, immer genau der Ebene entspricht, welche durch die hintere Vacuole der Podophrya und deren Längsaxe gelegt werden kann. Die weitere Vergleichung der Regionen des Schwärmers mit denen der festsitzenden Podophrya ist durch die Lage der drei Vacuolen genau festgestellt. Es kann daher meiner Ansicht nach keinem Zweifel unterliegen, namentlich da, wie sogleich gezeigt werden soll, der ganze Process der Sprösslingsbildung sich ungezwungen von der einfachen Theilung herleiten lässt, dass sich die Regionen des Sprösslings auch bei dem Uebergang in die Podophrya in ihrer ursprünglichen Bedeutung erhalten werden und dass daher der Sprössling sich in derselben Lage anheften wird, die er ursprünglich bei seiner Entstehung hatte, also die Abscheidung des Stieles von einer Stelle ausgehen muss, welche der hintern Vacuole und dem Wimpergürtel genähert liegt. Diese Stelle entspricht jedoch recht gut der oben erwähnten, kleinen Einsenkung.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass auch die Knospensprösslinge der Hertwig'schen Podophrya gemmipara bei ihrer Entstehung bezüglich ihrer Regionen genau so orientirt sind wie ihre Mutter. Es muss daher auffallen, dass nach der Hertwig'schen Beschreibung des allmählichen Uebergangs des Sprösslings in eine junge Podophrya eine Verdrehung der Axe des Sprösslings um 90° stattfindet, wodurch also die Regionen ganz verkehrt würden. Würde sich dagegen die Ausscheidung des Stiels in der von Hertwig einem Cytostom verglichenen Einsenkung vollziehen, was nach den so bestimmten Angaben dieses Beobachters jedoch kaum möglich erscheint, so würde die Orientirung der ursprünglichen Regionen des Schwärmers dieselbe bleiben, bezüglich denen des Mutterthieres.

Eine Frage erhebt sich noch, hinsichtlich des Verhaltens der Geburtsöffnung nach dem Austritt des Sprösslings; verschwindet dieselbe nämlich völlig wieder, wie dies Stein und Claparède-Lachmann behaupten, oder bleibt sie erhalten und kann gleich

zur Bildung eines zweiten Embryo unterhalb derselben geschritten werden? Ich habe es versäumt, diese Frage zu entscheiden.

Durch die von mir geschilderte Entstehungsweise des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita werden nun einige, nicht unwichtige Punkte einer Entscheidung näher gebracht. Die Entstehung des Sprösslings dieser Acinetine wurde seither als ein Beispiel der endogenen Erzeugung eines Fortpflanzungskörpers betrachtet, wie sie ja der Mehrzahl der Acinetinen zugeschrieben wird. Wenn auch, wie in der Einleitung schon bemerkt, bei einer kritischen Untersuchung der frühern Beobachtungen die Ansicht: dass die Sprösslinge sich aus Theilen des Nucleus direct hervorbildeten, als sehr unwahrscheinlich sich darstellen musste, so musste dennoch zugestanden werden, dass die Entstehung einer endogenen Knospe, als welche Hertwig die innerlich gebildeten Sprösslinge der Acinetinen auffasst, keineswegs in einen ungezwungenen Zusammenhang mit der äusseren Knospenbildung sich bringen liess, sondern dieser unvermittelt und deshalb unverständlich gegenüberstand.

Dadurch aber, dass gezeigt wurde, wie sich als ursprünglichste Anlage dieser vermeintlichen endogenen Knospe die Geburtsöffnung bildet — also die Anlage der Knospe sich so vollzieht, dass ein, wenn auch nur sehr kleiner Theil der Oberfläche des Acinetenkörpers in die Tiefe sinkt und indem er in beständiger Communication mit der Aussenwelt bleibt, die erste Anlage der Knospe bildet — dadurch tritt diese Bildung des innerlichen Sprösslings in den directesten Zusammenhang mit der äussern Knospenbildung, wie sie von Hertwig trefflich beschrieben wurde, mit dem einzigen wesentlichen Unterschied, dass im letzteren Fall ein verhältnissmässig grosser Theil der ursprünglichen Oberfläche des Acinetenkörpers zur Oberfläche des Knospensprösslings wird, während bei der innern Sprösslingsbildung der Podophrya quadripartita nur ein sehr kleiner Theil dieses Verhalten zeigt. Bei der Bildung der Knospe der Podophrya gemmipara wird die untere Hälfte der Knospe aus dem Protoplasma des Mutterthiers gleichsam herausgeschält, wie sich Hertwig ausdrückt; letztern Process sehen wir bei der Podophrya quadripartita dagegen ganz überwiegen und durch ihn den grössten Theil der Oberfläche des Sprösslings entstehen, während nur ein ganz kleiner Theil derselben direct von der der Mutter sich herleitet.

Wir bemerken daher einen ganz allmählichen Uebergang von der einfachen Theilung der Podophrya fixa und Acineta mystacina

zur äusseren Knospenbildung der Podophrya gemmipara und schliesslich der Entstehung des vermeintlichen inneren Sprösslings der P. quadripartita. Principiell ist der Bildungsprocess in allen Fällen derselbe. [1])

Andererseits aber beweist uns das beschriebene Verhalten des Kernes der P. quadripartita während der Knospenbildung gleichfalls die principielle Uebereinstimmung dieses Vorganges mit der gewöhnlichen Theilung der Infusorien, speciell der Ciliaten, denn in beiden Fällen ist das Verhalten ganz das gleiche. Ich habe anderwärts gezeigt [2]), dass bei der gewöhnlichen Theilung der Ciliaten die absolut gleiche Ausbildung des faserigen Nucleus eine sehr allgemein verbreitete Erscheinung ist. Dass sich das gleiche Verhalten auch während der Theilung des Nucleus der, sonst so weit von den Ciliaten sich entfernenden Acineten findet, ist sicherlich der ausreichendste Beweis, dass hier ein principielles und nicht nur ein besonderes Verhalten einzelner Formen vorliegt.

Gleichzeitig jedoch giebt uns diese vollständige Uebereinstimmung des Theilungsmodus des Nucleus der Podophrya und des der ciliaten Infusorien auch die unumstössliche Gewissheit von der völligen Gleichwerthigkeit der beiderlei Körper und damit auch den Beweis, dass der Acinetennucleus den Werth eines echten Zellkernes besitzt, da ich dies für den Nucleus der Infusorien in, wie ich glaube, überzeugender Weise nachgewiesen habe. Diese Gleichwerthigkeit des Kernes der Acineten mit dem echten Zellkern, von allen Anhängern der Einzelligkeitslehre der Infusorien vorausgesetzt, wurde auch neuerdings von Hertwig durch das Verhalten desselben gegen Färbemittel und während der Theilung zu beweisen versucht, wobei ich mir zu bemerken erlaube, dass schon Stein auf die Aehnlichkeit der verästelten Kerne seiner Acineta Opercularlae (Podophrya Steinii, Cl. u. L.) mit den verästelten Kernen der Spinndrüsen und Malpighi'schen Gefässe

---

[1]) Die principielle Uebereinstimmung zeigt sich auch noch tiefer gehend in der ganz übereinstimmenden Stellung des Sprösslings zu dem Mutterthier. In allen drei Fällen der Entstehung des Sprösslings liegt nämlich die Theilungsebene senkrecht zu der Stielaxe des Mutterthiers (vgl. Cienkowski, l. c.), die Theilungsebene der Acineten ist daher bezüglich des Stieles ganz anders orientirt wie bei den gestielten, ciliaten Infusorien, den Vorticellinen, wo die Stielaxe des Thieres immer in die Theilungsebene fällt.

[2]) Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. Abh. der Senkenb. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. Bd. X, p. 69 des Separatabdr.

mancher Raupen hinwies.[1]) Weit sicherer jedoch erscheint mir dieser Beweis durch das übereinstimmende Verhalten des Nucleus der Acineten und der ciliaten Infusorien, wie ich es im Laufe dieser Mittheilung zeigte, erbracht zu sein.

Da jedoch andererseits dieser Theilungsmodus des Zellkerns, wie ich in meiner oben citirten Abhandlung gezeigt habe, keineswegs ein allseitig verbreiteter, sondern, soweit dies heute zu bestimmen möglich ist, auf die ciliaten Infusorien und Acinetinen beschränkter ist, so folgt daraus auch sicherer, als dies meiner Ansicht nach seither nachzuweisen war, die nahe Verwandtschaft und die Zusammengehörigkeit beider Abtheilungen.

Ein sehr wesentlicher Punkt, welcher die Zusammengehörigkeit der Acinetinen und Ciliaten seither erweisen sollte, nämlich die Fortpflanzung durch innerlich sich entwickelnde, sehr ähnlich gestaltete Sprösslinge, ist durch Engelmann's [2]) und meine Untersuchungen über die ciliaten Infusorien als ganz illusorisch nachgewiesen worden, indem die vermeintlichen Embryonen sich in fast allen Fällen als parasitische Acinetinen ergeben haben.

Ein zweiter Punkt hingegen, nämlich die zeitweise Bewimperung der Acinetensprösslinge in einer Weise, welche sich der der Ciliaten nicht selten näher anschliesst, besitzt zwar eine unleugenbare Bedeutung hinsichtlich der Frage nach den Verwandtschaftsverhältnissen der Acinetinen und Ciliaten, dennoch meiner Ansicht nach nicht eine so hohe, als man vielleicht ursprünglich vorauszusetzen geneigt ist. Vom Darwinistischen Standpunkte aus kann man die Bewimperung des Schwärmsprösslings der Acinetinen eben so wohl als eine durch Anpassung erworbene, zur Verbreitung der Sprösslinge geeignete Einrichtung betrachten, als umgekehrt in dieser Einrichtung die Rückkehr zu einem ehemaligen Urzustand der Acinetinen erkennen. Eine Berechtigung scheint hierzu um so mehr vorhanden, als sich die grosse Variabilität der Bewimperung der Sprösslinge bei ganz nahe stehenden Acinetinen sicherlich leichter erklären liesse durch eine von grosser Neigung zur Variation unterstützte, spätere Anpassung, als umgekehrt durch die Annahme, dass so verschiedene Modi der Bewimperung ihre Ursache in eben so verschieden gebauten Ureltern der Acinetinen finden würden. Sehen wir doch in nicht allzu unähnlicher Weise auch die Schwärmsporen der Algen hinsichtlich ihrer Be-

---

[1]) l. c., p. 119.

[2]) Engelmann, Ueber Entwickl. u. Fortpfl. d. Inf. Morph. Jahrb. Bd. I. p. 573.

wimperung eine Reihe verschiedenartiger Bildungen darbieten, die gewiss Niemand zur Feststellung ihrer Phylogenie zu verwerthen geneigt sein würde. Während uns dieselben in den meisten Fällen den Typus der Flagellaten vorführen, treffen wir dagegen bei den Oedogonien Schwärmsporen mit einem Cilienkranz, bei gewissen Vaucherien sogar solche mit totaler Bewimperung an.

Ausserdem möchte sich doch die nicht ungerechtfertigte Frage erheben lassen, ob denn das biogenetische Grundgesetz [1]) auch noch in solchen Fällen seine Gültigkeit bewahrt, wie sie uns z. B. die Acinetinen während ihrer Fortpflanzung vorführen; denn denken

---

[1]) Hinsichtlich der angeregten Frage, nach der Gültigkeit des biogenetischen Grundgesetzes: dass die Ontogenie eine kurze Recapitulation der Phylogenie sei, im Bereich der Protozoën, muss ich mir hier noch eine nähere Ausführung erlauben.

Die uns bekannten Fortpflanzungsarten der Protozoën leiten sich anerkanntermaassen sämmtlich von der einfachen Theilung ab. Gerade bei den höchststehenden Protozoën, den Ciliaten, sehen wir, trotz des complicirten Baues des Organismus, diesen Theilungsprocess in der denkbarst einfachsten Weise sich vollziehen. Das Resultat sind zwei Sprösslinge von derselben Beschaffenheit wie die Mutter. In diesem Falle lässt sich daher gar nicht von einer Ontogenie des Organismus in dem Sinne der höheren Thiere sprechen. Bei letzteren ist schon a priori die Annahme, dass der vielzellige Organismus, der sich aus einer einfachen Fortpflanzungszelle heranbildet, dieselben Stufen der Entwicklung durchläuft, welche der Organismus bei seiner phylogenetischen Entstehung aus einem einzelligen Wesen durchgehen musste, sehr naturgemäss. Anders jedoch bei den Protozoën. Hier erscheint uns umgekehrt der Zerfall eines mütterlichen Organismus in zwei ihm gleichwerthige als der natürlichere Zustand, wobei die jungen Sprösslinge den mehr oder weniger hoch differenzirten Zustand direct von ihrer Mutter überkommen. Daraus erst abgeleitet dagegen, müssen uns alle diejenigen Fortpflanzungsarten der Protozoën erscheinen, wo das in einfacher oder mehrfacher Zahl erzeugte Theilungs- respect. Knospungsproduct sich in auffallender Weise von dem mütterlichen Organismus unterscheidet. (Fortpflanzung durch Zoosporen, Amöbenbrut bei Gregarinen und Arcella, Schwärmsprösslinge der Acinetinen z. Theil). Hier fragt es sich doch sehr, ob die Ausbildung dieser Fortpflanzungskörper etwa als ein Rückschlag zu einer früheren Organisationsstufe der Protozoën aufgefasst werden dürfe oder als eine, bestimmter Zwecke wegen, allmählich erlangte besondere Ausbildung der Sprösslinge. Nur im ersteren Falle liesse sich die allmähliche Entwicklung der Organisatien des Mutterthieres an dem Fortpflanzungskörper (Sprössling, Spore etc.) als ein der ontogenetischen Entwicklung der höheren Organismen entsprechender Vorgang betrachten; im letzteren Falle hingegen könnte man höchstens von einer Metamorphose sprechen, in ähnlicher Weise wie ja viele Protozoën derartige Metamorphosen in Folge des, sich in ihren Entwicklungsgang häufig einschiebenden Encystirungsprocesses durchmachen.

wir uns den einfachsten Fall, nämlich die Bildung des Schwärmsprösslings durch einfache Theilung einer Podophrya fixa [1]) oder mystacina, so lässt sich ja vorerst nicht einmal die Frage entscheiden, welche Theilhälfte in diesem Fall Mutter, welche Junges sei, wenn nämlich die Podophrya fixa, wie dies häufig der Fall ist, stiellos auftritt.

Hinsichtlich einer phylogenetischen Abstammung von bewimperten Infusorien giebt uns daher meiner Ansicht nach die Bewimperung der Schwärmsprösslinge der Acinetinen keinen Aufschluss, eben so wenig als die Thatsache des Vorkommens flagellatenartiger Zoosporen bei den Rhizopoden die phylogenetische Abstammung der letzten von flagellatenartigen Organismen erweisen könnte.

Das Einzige, was sich aus der Thatsache der Bewimperung der Schwärmsprösslinge der Acinetinen ergiebt, ist, dass das Protoplasma der Acineten die Fähigkeit besitzt, unter Umständen und, wie dies auch durch eine Hertwig'sche Beobachtung an Podophrya fixa erwiesen ist, keineswegs immer nur am Schwärmsprössling, zahlreiche Wimpern zu erzeugen. Hierin, abgesehen von jeder Frage der Abstammung, eine Verwandtschaft mit dem Protoplasma der Infusorien zu erkennen, ist, da ja auch sonstige verwandtschaftliche Beziehungen existiren, gewiss gerechtfertigt. Mag daher auch die phylogenetische Ableitung der Acinetinen und ciliaten Infusorien sich späterhin ergeben, wie sie wolle, die Formation der Schwärmsprösslinge, deren Entstehung als ein einfacher, wiewohl zuweilen sehr modificirter Theilungsprocess betrachtet werden muss, entsprechend der bis jetzt allein bekannten Fortpflanzung der Ciliaten durch Theilung, kann sicherlich keinen Anhaltspunkt zur Aufklärung dieser Frage bieten, eben so wenig wie sich eine Thatsache aus der Fortpflanzung der Ciliaten durch Theilung zur Erkenntniss von deren Phylogenie verwerthen liesse.

Sollten die Schwärmsprösslinge der Acineten unter Umständen die Fähigkeit vorübergehender Mundbildung besitzen, was ich jedoch noch sehr bezweifeln muss, so würde dadurch ihre Verwandtschaft mit den Ciliaten im gleichen Sinne, wie dies hinsichtlich der Bewimperung der Fall, erhöht, ohne dass jedoch

---

[1]) Dies ist um so mehr der Fall, da, wie aus Cienkowski's Schilderung hervorgeht, ursprünglich die beiden Theilhälften der P. fixa mit Tentakeln versehen sind. Erst nach einiger Zeit zieht die vordere Theilhälfte ihre Tentakel ein, bedeckt sich mit Wimpern und eilt als Sprössling davon. (l. c.)

hierdurch die Abstammung von einem mit Mund versehenen ciliaten Infusor erwiesen wäre.

Bei der grossen Uebereinstimmung, welche die Nuclei der Suctoria und Ciliata zeigen, erscheint es gewiss gerechtfertigt, danach zu suchen, ob sich dieselbe nicht noch weiter erstrecke, ob nämlich nicht auch die zweite Art kleiner und rudimentärer Kerne der Ciliaten, welche die frühere Forschung Nucleoli genannt hat und die ich vorgeschlagen habe, die primären Nuclei zu nennen — ob die Acinetinen, sage ich, neben ihrem Nucleus nicht auch noch solche primäre Kerne enthalten wie die Ciliaten. Bei Podophrya quadripartita, welche ich in dieser Hinsicht mehrfach untersuchte, habe ich nie etwas Derartiges gesehen; dagegen habe ich mich von der Existenz eines dunklen, kleinen Körperchens neben dem Nucleus der parasitischen Acinetinen (Sphaerophrya Cl. und L.) des Paramäcium Bursaria mehrfach überzeugt. Ich glaube kaum fehl zu gehen, wenn ich dieses mehrfach constatirte Körperchen für ein Homologon des sogen. Nucleolus der Ciliaten halte, und sehe in dieser Beobachtung wenigstens die Aufforderung, diese Frage künftighin einer genaueren Prüfung zu unterziehen.

Die geschilderte Entstehungsweise des Schwärmsprösslings zeigt uns jedoch noch eine Thatsache mit grosser Deutlichkeit, die auf die Theilung der Infusorien und wohl auch der Zelle im Allgemeinen ein nicht unbedeutsames Licht wirft. Es standen sich nämlich schon seit längerer Zeit, hinsichtlich der Aufeinanderfolge der Theilungserscheinungen und der hieraus zu folgernden, causalen Beziehungen derselben zu einander, zwei Meinungen schroff gegenüber.

Schon Stein sprach in dem ersten Bande seines „Organismus der Infusionsthiere" die Ansicht aus: „Die Theilung geht nicht von dem Nucleus aus, wie man häufig angenommen hat; denn sehr oft zeigt derselbe noch keine Spur von Veränderung, während an der äusseren Oberfläche bereits mehr oder weniger tief greifende Metamorphosen stattgefunden haben" (p. 93). Claparède und Lachmann sprechen sich, meiner Ansicht nach, in derselben Weise aus, wenn sie (Bd. II, p. 248) bemerken: „Ce n'est en général que *fort tard* que la division du nucleus a lieu." Es ist daher nicht richtig, wenn R. Hertwig bemerkt (l. c., p. 64) „so lassen Claparède und Lachmann zwar die Theilung der Infusorien mit einer Theilung des Kernes beginnen." Andererseits hat auch die Ansicht lebhaften Beifall gefunden, welche die Theilung mit den Veränderungen des Kernes anheben und durch diese erst die

Theilungserscheinungen des Protoplasmaleibes der Zelle hervorgerufen werden lässt. So sah sich auch Hertwig durch seine Untersuchungen an Podophrya gemmipara zu dieser Schlussfolgerung veranlasst, der er in den nachstehenden Worten einen deutlichen Ausdruck verleiht: „so sind auch hier die Kernveränderungen das Primäre, das, was den Anstoss zu lebhaften, mit der Ausbildung neuer Individuen endenden Wucherungen giebt" (p. 63). Ob jedoch die Verästelungen, welche sich allmählich an dem Nucleus der Podophrya gemmipara ausbilden, an und für sich schon in directen Zusammenhang mit der künftigen Knospenbildung gebracht werden dürfen, das darf wohl bezweifelt werden, da wir auch andere Acineten mit verästeltem Nucleus kennen, bei welchen die einzelnen Zweige des Kernes jedenfalls nicht die Rolle spielen, die ihnen Hertwig bei der Podophrya gemmipara bezüglich der Veranlassung der Knospenbildung zuschreibt (man vergl. die Acineta Opercularíae Stein = Podophrya Steinii Clp. u. Lachm.). Hertwig bemerkt auch, dass es „in vielen Fällen den Eindruck mache, als stülpe die andrängende Kernknospe das Protoplasma vor sich aus." Dies muss ich jedenfalls für zu weitgehend erachten, da sich bei Hertwig selbst (T. II, Fig. 5) die Abbildung einer Podophrya mit wohl ausgebildeten Knospen findet, in welche die Kernknospen noch gar nicht hineinragen.

Erinnern wir uns der Schilderung, welche im Vorhergehenden von der Entstehung des Sprösslings der Podophrya gemmipara gegeben wurde, so finden wir, dass die ersten Anzeichen der Knospenbildung nicht etwa am Kern des Mutterthieres, sondern an dessen protoplasmatischer Leibesmasse auftreten, dass die Anlagen der Geburtsöffnung, eines Theils des Sprösslings, dessen Wimpergürtels und der drei Vacuolen zu bemerken sind, bevor der Kern eine Spur von Veränderungen gezeigt hat. Wir sehen uns daher zu dem Schlusse genöthigt, dass die ersten, auf die künftige Theilung hindeutenden, sichtbaren Veränderungen sich am Protoplasma und nicht am Kern manifestiren und dass die Knospenbildung unserer Podophrya wohl als ein treffendes Beispiel aufgefasst werden darf, um dieses Verhältniss zu illustriren, das, wie ich anderwärts zu zeigen versucht habe [1]), auch durch andere Erscheinungen bei der Theilung der Infusorien und Zellen wahrscheinlich gemacht wird.

[1]) l. c. Abhandl. der Senkenb. Gesellschaft, Bd. X, p. 206 des Separatabdrucks.

Nachdem ich das Vorstehende niedergeschrieben und zum Druck gesendet hatte, erhielt ich Gelegenheit, die Acineta mystacina in grösserer Menge zu beobachten, und es gelang mir leicht, die Richtigkeit der Claparède-Lachmann'schen Beobachtungen über die Fortpflanzung dieser Acinete zu bestätigen. Ich traf sehr häufig in der Theilung begriffene Thiere an, und es fiel mir dabei auf, dass dieselben zum grösseren Theil zu den mittelgrossen und kleinen, mit sehr lichter Körpersubstanz, gehörten, dagegen die sehr grossen und körnerreichen, daher relativ undurchsichtigen Thiere sehr selten in Theilung zu beobachen waren. Die Theilungsebene verläuft meist etwas schief von hinten nach vorn, die neue contractile Vacuole entsteht seitlich oder etwas mehr nach vorn. Die zum Sprössling werdende Theilhälfte ist meist etwas kleiner als die in der Schale zurückbleibende und stets tentakellos, die andere Hälfte hingegen reichlich mit Tentakeln versehen. Die genaue Verfolgung des Kernes während des Theilungsactes gelang nicht, dagegen liess sich mit Sicherheit nachweisen, dass derselbe auch hier die faserige Umbildung erfährt wie bei der Podophrya quadripartita. Nach geschehener Theilung schiebt sich der Sprössling allmählich nach vorn unter die Mündung des Gehäuses und bekleidet sich allmählich mit einem allseitigen, anfänglich äusserst schwer wahrnehmbaren Wimperkleid; dies bildet sich allmählich deutlicher aus, womit auch die Oberfläche des Sprösslings sehr merklich ein gestreiftes Aussehen erhält, und schliesslich setzt sich der Sprössling mit Hülfe seiner Wimpern in recht lebhafte Rotation. Trotz vieler Mühe und langer Beobachtung gelang es mir doch nie, das Ausschwärmen des Sprösslings zu beobachten.

Einmal hatte ich auch Gelegenheit, wahrzunehmen, dass eine kleine Acinete in ihrem Gehäuse die Tentakel eingezogen und sich mit Wimpern bekleidet hatte. Auch liess sich nicht selten constatiren, dass einzelne Thiere aus ihrem Gehäuse herausgekrochen waren, ohne dass es mir jedoch gelang, das fernere Schicksal dieser Auswanderer zu verfolgen.

Einige Beobachtungen über eine interessante Acinetinenform mögen hier noch eine Stelle finden. Es ist dies ein Thierchen, das zu der stiellosen Gattung Trichophrya Clp. und Lachm. gehört und wohl auch mit der einzigen, bis jetzt bekannten Art dieses Genus, Tr. Epistylidis Clp. und Lachm. [1]), als identisch betrachtet werden darf. Claparède und Lachmann fanden diese Art para-

[1]) Études, Bd. II, p. 131.

sitisch auf Stöckchen der Epistylis plicatilis, ich hingegen begegnete ihr sehr reichlich auf Wasserlinsenwurzeln, wo sie zwischen zahlreichen Vorticella nebulifera lebte. Charakterisirt wird diese Form ausser durch ihre Stiellosigkeit (sie lag den Wasserlinsenwurzeln immer mit breiter Fläche dicht auf) durch die bedeutende und, wie ich mit Clp. u. Lachm. finde, schwankende Zahl ihrer contractilen Vacuolen. Die Zahl derselben betrug mehrfach sechs, bei manchen Exemplaren jedoch entschieden mehr. Das einzige Merkmal, wodurch sich meine Thiere von der Trichophrya Epistylidis Clp. und Lachmann's unterschieden, war, dass die grössern stets einen mehrfach verästelten Kern besassen, die erstere jedoch nach ihren Entdeckern einen einfach hufeisenförmigen besitzen soll, ein Unterschied, den ich nicht für specifisch erachten kann.

Ueber die Fortpflanzung unseres Thieres konnten Clp. u. L. nicht viel ermitteln, sie sahen nur einmal undeutlich einen Embryo im Innern eines Thieres. Ich fand sehr zahlreiche freischwimmende Sprösslinge, von sehr niederer, linsenförmiger Gestalt, mit einem mehrreihigen Wimpergürtel um den Linsenrand. Auch diese Sprösslinge, deren Uebergang in die Trichophrya ich direct verfolgte, waren stets schon mit 5—6 contractilen Vacuolen versehen, die dicht an den Linsenrand, etwa in der einen Hälfte der Peripherie gelagert waren.

Die eigentliche Entstehung dieses Sprösslings konnte ich nicht ermitteln, jedoch sah ich mehrfach einen schon ziemlich hoch ausgebildeten Sprössling in einer Trichophrya und fand, dass die diesen Sprössling dicht umschliessende Höhle durch einen ziemlich langen und relativ engen Geburtskanal mit der Aussenwelt in Verbindung stand, so dass ich auch hier dieselbe Entstehungsweise des Sprösslings annehmen zu dürfen glaube, die ich bei der Podophrya quadripartita sicher nachweisen konnte.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 u. 2. Zwei frühe Stadien der Bildung der Geburtsöffnung und der ersten Anlage des Schwärmsprösslings.

Figg. 3—13. Allmähliche Ausbildung des Sprösslings nach Beobachtungen an ein und demselben Thier. Die hier wiedergegebenen Vorgänge vollzogen sich etwa in einem Zeitraum von 2—2½ Stunden.

Fig. 14. Ein im Hervorbrechen begriffener Sprössling.

Fig. 15. Ein Thier etwa auf dem in Fig. 9 wiedergegebenen Stadium der Sprösslingsbildung. Um 90° gegen die Stellung der Figg. 1—13 verdreht. In der punktirten Linie erfolgt demnächst die völlige Lösung des Sprösslings vom mütterlichen Protoplasma.

Fig. 16. Ein frei umherschwimmender Sprössling stärker vergrössert.

Ueber die Entwicklungsgeschichte der Malermuschel.

Eine Anwendung der Keimblätter-Theorie auf die Lamellibranchiaten.

Von

Carl Rabl.

Hierzu Tafel X—XII.

Die Entwicklungsgeschichte der Najaden ist schon mehrmals Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Keinem Forscher ist es jedoch bisher gelungen, eine genaue und zusammenhängende Darstellung der Entwicklungsvorgänge zu geben und zu zeigen, ob und in welcher Weise die Keimblätter-Theorie, deren weitgehende Bedeutung heute wohl Niemand mehr in Frage zieht, auf die Entwicklung der Najaden anwendbar sei. Erst in der allerjüngsten Zeit hat sich wieder eine Stimme erhoben. welche die Anwendbarkeit jener Theorie als eine zum mindesten sehr fragliche und unwahrscheinliche Sache erscheinen lässt und die ganz dazu angethan ist, den Gegnern der Keimblätter-Theorie eine willkommene und erwünschte Stütze zu bieten. Es muss daher um so mehr als nothwendig erachtet werden, jenen Angaben, auf deren Einzelheiten wir später näher eingehen werden, die Darlegung des wahren Sachverhaltes entgegenzustellen und den Beweis zu liefern, dass auch hier, wie bei allen Metazoen, die Keimblätter-Theorie anwendbar sei, ja angewendet werden müsse, falls man überhaupt zu einem Verständnisse der Entwicklungsvorgänge gelangen will. —

Die ersten Forscher [1]), welche die in den Kiemen trächtiger Muscheln befindlichen Embryonen genauer betrachteten, hielten dieselben bekanntlich für Parasiten (Glochidium parasiticum). Bald wurden jedoch gegen diese Ansicht von verschiedenen Seiten Bedenken erhoben. Der Erste, der dagegen auftrat und die vermeintlichen Parasiten für Muschelembryonen erklärte, war de Blainville. [2]) Ungefähr gleichzeitig mit ihm trat auch Raspail jener Ansicht gegenüber. Wie weit aber auch er von einem richtigen Verständnisse des Gegenstandes entfernt war, geht unter Anderem aus dem Umstande hervor, dass er den Byssusfaden der Muschelembryonen als Nabelstrang deutete. Eben so wenig wollte es de Quatrefages [3]) gelingen, Klarheit über die Organisation der Muschelembryonen zu erlangen.

Am schlagendsten und besten wurde die wahre Natur der vermeintlichen Parasiten von Carus [4]) dargethan, indem derselbe zeigte, dass sich ein vollkommener Uebergang von den reifen Eierstockseiern der Muscheln bis zur Form eines sogenannten Glochidium nachweisen lasse. Die ganze Abhandlung Carus' zeugt nicht allein für die grosse Genauigkeit der Beobachtungen dieses Forschers, sondern auch für die durchaus denkende und wissenschaftliche Betrachtung der beobachteten Thatsachen. [5])

---

[1]) Die betreffende Abhandlung des älteren Rathke ist enthalten in den „Naturhistorie Selskabets Skrifter, Kjobenhavn 1797, Tome IV". — Vergl. ferner Jacobson, „Undersögelser til naermere Oplysning af den herskende Mening om Dammuslingernes Fremarling og Udvikling"; diese Abhandlung ist aus den Schriften der königl. dänischen Akad. d. Wissensch. abgedruckt in „Bidrag til Blöddyrenes Anatomie og Physiologie ved Lud. L. Jacobson", I. Heft, Kjobenhavn 1828. Rathke und Jacobson definiren das fragliche Genus Glochidium folgendermassen: „Animal cirrhis longissimis instructum. Testa aequilatera, aequivalvis, inter marginem exteriorem hamata".

[2]) Siehe Ann. d. Scienc. natur. XIV, Paris 1828.

[3]) A. de Quatrefages, „Sur la vie interbranchiale des petites Anodontes". Ann. des scienc. nat. Tome IV und V, 1835 und 1836.

Derselbe, „Embryologie von Unio", Comptes rendus, 1849, XXIX, 82—86.

[4]) C. G. Carus, „Neue Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte unserer Flussmuschel". Nova acta physico-medica academiae caesareae Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum. 1832. Sechzehnter Band. (Der „Verhandlungen der kaiserl. Leop.-Carol. Akademie der Naturforscher" achter Band.)

[5]) Zu welch' schönen phylogenetischen Schlüssen unter Anderem Carus gekommen ist, beweisen folgende Worte: „Wie jede Thierbildung mit der einfachen Kugelbildung, dem Ey, anfangen muss, so muss es auch Thiergattungen geben, welche diese Entwicklungsstufe des Thierreichs als beharrende Form darstellen" (p. 74).

Sechzehn Jahre nach dem Erscheinen von Carus' trefflicher Abhandlung machte Rud. Leuckart[1]) den schwierigen Versuch, eine Uebereinstimmung zwischen den Embryonen der Muscheln und denen anderer Mollusken nachzuweisen. Die zahlreichen Schwierigkeiten, welche solchen und ähnlichen Versuchen damals hinderlich im Wege standen, lassen es vollkommen begreiflich erscheinen, dass der von Leuckart unternommene Versuch misslingen musste. In diesem Misslingen jedoch, wie es Flemming gethan, einen Grund zu finden, gegen „die damalige, stark generalisirende Richtung in der Morphologie" zu Felde zu ziehen, hiesse den Werth solcher Versuche verkennen. — Bald darauf erschienen die Untersuchungen von O. Schmidt[2]), die aber ebenso, wie alle früheren Arbeiten der Hauptsache nach nur eine Darlegung der Veränderungen der äusseren Form der Embryonen zum Gegenstande hatten. Ausserdem haben in neuerer Zeit noch Forel[3]) und Ihering[4]) Beobachtungen über einzelne Punkte der Najaden-Entwicklung angestellt.

Endlich sind noch vor Kurzem zwei Arbeiten von W. Flemming[5]) erschienen, welche, da sie die ausführlichsten von allen bisherigen sind, unsere Aufmerksamkeit am meisten in Anspruch nehmen. Da aber Flemming mit Ausnahme einiger weniger werthvoller Angaben über die Bildung der Eier (Oogenese Fl.) und über die Art und Weise ihrer Befruchtung fast Alles, was er in seiner ersten Abhandlung bringt, in seiner zweiten wiederbringt, so werden wir uns im Folgenden hauptsächlich auf diese zweite beziehen können. Hier möge nur vorläufig bemerkt sein, dass es auch Flemming trotz zweijähriger Beobachtungen, nicht recht gelingen wollte, die Keimblätter-Theorie in ihrer ganzen Ausdehnung auf die Entwicklung der Lamellibranchiaten anzuwenden.

---

[1]) Rud. Leuckart, „Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere", Braunschweig 1848, S. 160—168.

[2]) Oscar Schmidt, „Zur Entwicklungsgeschichte der Najaden", Sitzb. der kais. Akad. der Wissensch., Wien 1856 und 1857.

[3]) F. A. Forel, „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Najaden". (Einige Beobachtungen über die Entwicklung des zelligen Muskelgewebes.) Inaug.-Abh. der med. Facultät zu Würzburg, 1867.

[4]) Herm. v. Ihering, „Ueber die Entwicklungsgeschichte der Najaden". Sitzb. der naturf. Gesellsch. in Leipzig, 1874, N. 1.

[5]) Walther Flemming. „Ueber die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel". Arch. für mikr. Anat. 1874, 3. Heft.

Derselbe, „Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden". Sitzb. der kais. Akad. der Wiss. in Wien, LXXI. Band, Februarheft, Jahrg. 1875.

Die vorliegenden Beobachtungen wurden der Hauptsache nach im Laufe des Sommers 1875 im zoologischen Laboratorium zu Jena angestellt. Als Untersuchungsobject dienten die Eier von Unio pictorum, littoralis und tumidus. Am vollständigsten wurde die Entwicklung an den Eiern von Unio pictorum verfolgt, weshalb wir uns auch in der Beschreibung hauptsächlich an diese Art halten werden.

Die Eier von Unio gelangen, sobald sie befruchtet sind, in die äusseren Kiemen. Der Weg, den sie dabei einschlagen, ist noch nicht mit voller Sicherheit erkannt. Nach den Beobachtungen Flemming's scheint es jedoch sehr wahrscheinlich zu sein, dass sie zuerst aus der ziemlich weit vorne gelegenen Geschlechtsöffnung in den inneren Kiemengang treten, dort befruchtet werden, sodann den inneren Kiemengang entlang, vom Flimmerstrom getragen, bis zur Kloake gelangen, daselbst umkehren und schliesslich in den äusseren Kiemengang treten. Wahrscheinlich werden sie, wie schon C. E. v. Baer angiebt, auf dieser Wanderung von „wehenartigen Contractionen" des Mutterthieres unterstützt.

Es scheint, dass immer mehrere, an demselben Orte befindliche Weibchen zu der gleichen Zeit befruchtet werden. Ich glaube dies aus dem Umstande schliessen zu dürfen, dass ich einmal unter zehn, zu derselben Zeit und an demselben Orte eingefangenen Weibchen acht mit noch ungefurchten, aber bereits befruchteten Eiern fand. Auch sonst ist es ziemlich häufig, dass fast sämmtliche, an dem gleichen Orte eingefangene Weibchen gleich weit entwickelte Embryonen enthalten..

Es ist mir leider nie gelungen, die Thiere in der Gefangenschaft zur Fortpflanzung zu bringen. Ganz ebenso ist es auch allen meinen Vorgängern ergangen. Flemming [1]) giebt zwar an, dass er einmal bei zwei trächtigen Muscheln, welche erst zwölf Stunden nach dem Fange geöffnet worden waren, die Eier noch im ungefurchten Zustande gefunden habe, und glaubt daraus den Schluss ziehen zu dürfen, dass diese beiden Thiere erst in der Gefangenschaft befruchtet worden seien; dagegen muss ich jedoch einwenden, dass es durchaus nichts Seltenes ist, dass Eier abnorm lange auf einem und demselben Entwicklungsstadium verharren. Um nur ein einziges Beispiel dieser Art anzuführen, will ich erwähnen, dass die Eier einer, von mir im Frühjahre 1875 in Triest eingefangenen Doto coronata mindestens dreimal so

[1]) Flemming, „Studien etc.", p. 27.

lange zur Furchung brauchten, als die zu einer späteren Zeit und bei günstigerer Temperatur abgelegten; ja die Mehrzahl dieser Eier blieb sogar auf einem und demselben Furchungsstadium einen vollen Tag lang stehen, ohne auch nur die geringste wahrnehmbare Veränderung zu zeigen. In diesem Falle konnte ich mich aufs klarste überzeugen, dass lediglich die kühle Temperatur die Schuld an der so bedeutend verlangsamten Entwicklung trug; denn als ich die Eier für kurze Zeit der Einwirkung der Sonnenstrahlen aussetzte, ging die Furchung sofort schnell und bis zu einem ziemlich späten Stadium auch vollkommen regelmässig von Statten. Dieser Fall lehrt uns, dass wir in der Beurtheilung des von Flemming mitgetheilten Falles vorsichtig sein müssen. Aber selbst dann, wenn jene beiden Muscheln ihre Eier wirklich erst in der Gefangenschaft abgelegt hätten, müsste dieser Fall, wie auch Flemming zugibt, als eine Ausnahme von der allgemeinen Regel angesehen werden.

In den äusseren Kiemen liegen die Eier, zu grösseren oder kleineren Schollen, die wir als Eischollen bezeichnen können, beisammen. Sie werden dabei durch eine klebrig-schleimige Masse mit einander verbunden. Die Gestalt jeder Eischolle entspricht genau der Gestalt des zugehörigen Kiemenfaches. Da aber die einzelnen Kiemenfächer nicht sämmtlich gleich weit und geräumig sind [1]), so besitzen auch die betreffenden Eischollen eine verschiedene Grösse und Form. Im Allgemeinen kann als Regel gelten, dass niedrige Eischollen breiter als hohe oder dicke sind. Entweder stellen die Eischollen einfache zusammenhängende Platten dar, oder sie spalten sich in verschiedener Entfernung vom freien Rande der Kieme in zwei, bald gleich, bald verschieden dicke Blätter (Taf. X, Fig. 16). Die Zahl der in einer Kieme enthaltenen Eischollen schwankt zwischen 20 und 50; desgleichen ist auch die Zahl der in einer Eischolle enthaltenen Eier sehr verschieden. Nach einer annähernden Zählung der in einer mässig grossen Muschelkieme befindlichen Eier schätze ich die Gesammtzahl der Eier einer Malermuschel im Mittel auf etwas über Hunderttausend. [2])

---

[1]) Hinsichtlich des Baues der Muschelkiemen verweise ich auf: Carl Posner, „Ueber den Bau der Najadenkieme. Ein Beitrag zur vergleichenden Histiologie und Morphologie der Lamellibranchiaten". Inaug.-Diss. Bonn 1875.

[2]) Ueber die Eierzahl der Flussmuscheln vergl. ferner F. Unger, „Untersuchungen über die Teichmuscheln", Wien 1827, p. 23 und C. Pfeiffer, „Naturgeschichte deutscher Land- und Süsswasser-Mollusken", Weimar 1825; sowie auch die angeführte Abhandlung von Carus.

Jedes Ei besteht aus drei Theilen: 1) aus dem eigentlichen Keim oder der Eizelle, 2) aus einer, die Eizelle umgebenden Eiweissmasse und 3) aus einer, diese nach aussen begrenzenden durchsichtigen, structurlosen Membran. Die Form der Eier ist kugelig, erleidet jedoch durch den gegenseitigen Druck der dicht an einander gedrängten Eier verschiedene Modificationen. Die Grösse der Eier beträgt bei Unio pictorum 0,2 Mm., die Grösse des Keimes 0,15—0,16 Mm. Bei U. tumidus sind beide Maasse um ein Unmerkliches geringer. Die Farbe des Keimes ist, wie schon C. G. Carus ganz richtig angibt, bei den verschiedenen Arten verschieden; bei Unio pictorum ist sie schwefelgelb, bei Unio tumidus röthlichweiss, bei U. littoralis hoch orangeroth, zuweilen fast zinnoberroth. Doch kommen auch hierin zahlreiche individuelle Schwankungen vor.

Nie findet sich in einem Ei mehr als ein Keim.

Die Eiweissmasse ist immer nur in geringer Menge vorhanden. An der Eihülle bemerkt man bei richtiger Einstellung eine kleine „schornsteinartige" Erhebung von 0,0025—0,003 Mm. Höhe. Es ist dies die Mikropyle. In der Basis des Mikropylenrohres liegt ein flacher, gelblicher Körper, welcher nach der Ansicht Flemming's [1]) bei dem Wachsthum und der Entwicklung der Eierstockseier eine wichtige Rolle zu spielen hat. Es würde dieses Verhalten an ähnliche Verhältnisse bei der Entwicklung mancher Insekteneier erinnern. Jedenfalls ist die von Keber aufgestellte Hypothese, nach welcher man in dem von ihm entdeckten und nach ihm benannten Körper einen Spermatozoenkopf zu erblicken hätte, unrichtig, wie dies aus den Untersuchungen v. Bischoff's, v. Hessling's und Flemming's unzweifelhaft hervorgeht. Um die Mikropyle herum zeigt die Eihülle eine spiralige Faltung. Das kleine rundliche Fleckchen, an dem dieselbe sichbar ist, bezeichnet man als Mikropylenfeld. Es besitzt einen Durchmesser von 0,025 Mm. und ist nur durch die an seiner Peripherie dichter angeordneten Falten von der übrigen Eimembran abgegrenzt.

Während bei Anodonta piscinalis nach Flemming des Mikropylenrohr am reifen Eie ganz eingeht, bleibt es bei Unio während der ganzen Entwicklung bestehen.

---

[1]) W. Flemming, „Studien" etc., p. 14.

I. Eifurchung und Keimblätterbildung.

Ueber die Eifurchung finden sich blos bei W. Flemming genaue Angaben. Die Beschreibung der Furchung, welche Forel gibt, sowie dessen ganze Darstellung der weiteren Entwicklung bis zur Ausbildung des fertigen Embryo, ist so flüchtig und ungenau, dass sie auf eine eingehende Berücksichtigung keinen Anspruch machen kann. Wenn Forel glaubt, seine mangelhaften Abbildungen und Beobachtungen seien im Stande, „die Gesetze der Furchung" erkennen zu lassen, so setzt dies in der That, wie Flemming treffend bemerkt, „viel Genügsamkeit" voraus. Einige wenige Angaben über die Eifurchung finden sich auch bei Carus, Bronn, Leuckart und Anderen.

Die jüngsten, von mir beobachteten Eier liessen weder auf Druck, noch auf Zusatz von chemischen Reagentien einen Kern in ihrem Innern erkennen. Die Keime waren eben im Begriff, sich mit ihrem vegetativen Pol von der Mikropyle, an der sie vor der Befruchtung festgesessen hatten, loszulösen. Dabei zeigte sich an dem genannten Pol eine ziemlich hohe, stumpf-kegelförmige Erhebung (Taf. X, Fig. 5 A), deren Spitze anfangs noch mit der Mikropyle in Verbindung stand. Diese Erhebung war in nichts von der übrigen Masse des Keimes verschieden; geradeso, wie diese, war auch sie von zahlreichen, grösseren und kleineren Dotterkörnchen dicht durchsetzt. Bald nachdem sie sich nun mit ihrer Spitze von der Mikropyle losgelöst hatte und an Unfang bedeutend kleiner geworden war, zogen sich die in ihr enthaltenen Dotterkörnchen bis auf einige wenige in die übrige Masse des Keimes zurück, so dass nur noch ein kleines unscheinbares Hügelchen körnchenfreien Protoplasmas zurückblieb (Taf. X, Fig. 5 B). Aber auch dieses verschwand allmählich und der Keim bekam sein früheres glattes Ansehen wieder.

Häufig sieht man noch einige Zeit nach diesem Vorgange einen zarten, durchsichtigen Strang von der Mikropyle gegen den vegetativen Pol hinziehen, der aber bald wieder verschwindet und offenbar keine weitere Bedeutung besitzt (Taf. X, Fig. 4 s).

Unterdessen gingen auch am animalen Keimpol mannigfache Veränderungen von Statten. Hier konnte man an allen, noch ungefurchten, aber bereits befruchteten Keimen ein zartes, durchsichtiges Kügelchen von 0,0025 Mm. Durchmesser erkennen,

das dem Keime oberflächlich anlag und in seinem Inneren eine geringe Anzahl Körnchen enthielt (Taf. X, Fig. 6 A, r und 4, r).

Unmittelbar unter diesem kugeligen Körperchen war an der Oberfläche des Keimes eine geringe Menge hellen, durchsichtigen Protoplasmas angesammelt (Taf. X, Fig. 6 A). Diese helle Stelle körnchenfreien Protoplasmas nahm im weiteren Verlaufe etwas an Umfang zu und erhob sich allmählich in Form eines kleinen flachen Hügelchens über die Oberfläche des Keimes (Taf. X, Fig. 4, r'). In Folge dessen wurde das kleine Körperchen, das über der körnchenärmeren Stelle des Keimes gelegen war, von diesem etwas abgehoben. Dadurch, dass nun das, über die Oberfläche des Keimes etwas emporragende Hügelchen eine immer bedeutendere Höhe erlangte und sich sodann an seiner Basis ringförmig einschnürte, löste es sich schliesslich vollkommen von dem übrigen Keime ab, ohne nunmehr, wie man dies früher einmal behauptet hatte, irgend einen directen Antheil an der weiteren Entwicklung des Embryo zu nehmen (Taf. X, Fig. 6 B u. 6 C, r'). Auf diese Weise ist es also zur Bildung eines zweiten Kügelchens gekommen, das in seinem Aussehen vollkommen dem ersten glich, nur dass es in der Regel eine etwas geringere Grösse besass.

Die beiden, so entstandenen Körperchen sind die in letzter Zeit oftmals und angelegentlich besprochenen „Richtungsbläschen".

Ich muss hier ausdrücklich erwähnen, dass ich nie die Bildung eines zweiten „Richtungsbläschens" durch Abschnürung vom ersten gesehen habe. Auch habe ich nie eine so scharfe Grenze zwischen dem zum „Richtungsbläschen" sich entwickelnden Protoplasma und dem körnchenhaltigen Keim gesehen, wie sie Flemming auf seinen Figuren darstellt.

Bei normal sich entwickelnden Eiern habe ich nie mehr, aber auch nie weniger als zwei „Richtungsbläschen" beobachtet. Dagegen habe ich einmal an einem abnorm sich entwickelnden Eie ein eben in der Bildung begriffenes, ungemein grosses „Richtungsbläschen" gesehen, dessen Durchmesser ungefähr die Hälfte des ganzen Keimes betrug.

Bald nachdem sich der Keim mit seinem vegetativen Pole von der Mikropyle losgelöst und am animalen Keimpol die „Richtungsbläschen" ausgetreten sind, beginnt die eigentliche Furchung. Noch bevor sich ein neuer Kern, ein secundäres Keimbläschen, gebildet hat, nimmt der Keim gegen den Aequator hin merklich

an Umfang zu, so dass er nunmehr einer Kugel mit abgeplatteten Polen gleicht (Taf. X, Fig. 4, o). Die Art und Weise der Bildung des neuen Kernes, sowie überhaupt das Verhalten der Kerne während der Furchung, habe ich wegen der Ungünstigkeit des Objectes zu derlei Beobachtungen nicht hinlänglich genau verfolgen können. Ich habe zwar mehrmals, namentlich an in Chromsäure gehärteten Präparaten karyolytische Figuren gesehen, jedoch die Art und Weise ihrer Bildung, sowie den Verlauf der Kerntheilung selbst, nicht mit der nöthigen Sicherheit und Genauigkeit verfolgen können. Die Eier von Anodonta sind zwar, wie Flemming angibt, zu derlei Beobachtungen günstiger, scheinen mir aber nach den, von diesem Forscher erzielten Resultaten gleichfalls nicht ganz ausreichend zu sein.

Die erste Furche zieht vom animalen Pol, in dessen Nähe die „Richtungsbläschen" liegen, zum vegetativen (Taf. X, Fig. 7). Sie theilt den Keim in zwei ungleiche Hälften. Die grössere Furchungskugel (Fig. 7, 1) hat einen Durchmesser von 0,15 Mm., die kleinere (Fig. 7, 2) einen von 0,02 Mm. Flemming nennt jene „Oberzelle" oder „Obertheil", diese „Unterzelle" oder „Untertheil". Wir wollen jedoch diese Bezeichnungen, welche sich auf die Lagerungsverhältnisse der daraus sich entwickelnden Embryonaltheile beziehen, da sie, wie Flemming selbst zugesteht, nur „wenig besagen", lieber bei Seite lassen und durch die, wie mir scheint, besseren Bezeichnungen vegetative und animale Zelle ersetzen.[1]) Demnach bezeichnen wir mit

[1]) Die Bezeichnungen „oben" und „unten", „vorne" und „hinten" sollten überhaupt in der Morphologie, und selbstverständlich auch in der Embryologie nur mit grosser Vorsicht gebraucht werden. Es gilt von ihnen das, was Rud. Leuckart in seiner schönen „Morphologie der wirbellosen Thiere" gesagt hat: „Die Bezeichnungen von Oben und Unten, von Vorn und Hinten sind nach der gewöhnlichen Weise des Gebrauches nicht von bestimmten morphologischen Verhältnissen abhängig, sondern allein von der Gruppirung und der Wirkungsart der Bewegungswerkzeuge. Das sogenannte vordere oder obere Ende des einen Thieres entspricht daher denn auch oft dem hinteren oder unteren eines andern. Wie ungenügend und verwirrend eine solche Bezeichnung sei, leuchtet ein. Indessen ist unsere Terminologie gegenwärtig noch nicht so weit vorgeschritten, die betreffenden Bezeichnungen überall entbehren zu können" (S. 53, Anmerk.). Diese Schwierigkeiten werden bei den Bilaterien noch beträchtlich durch den Umstand erhöht, dass bei ihnen während der individuellen Entwicklung die primäre Mundöffnung verloren geht oder vielleicht in einigen Fällen in den After umgewandelt wird, und dass somit das ursprünglich orale Körperende

jenem Ausdrucke die grosse, mit diesem die kleine Furchungskugel. Es muss jedoch schon im Vorhinein bemerkt werden, dass auch diese Bezeichnungen nicht vollkommen genau passen und lediglich deshalb gewählt wurden, um die Beschreibung der Furchungsvorgänge zu vereinfachen und das Verständniss derselben zu erleichtern. Wie wir nämlich später sehen werden, entwickeln sich aus der vegetativen Zelle auch Zellen des Ectoderms und es kann daher strenge genommen nur ein Theil derselben als „vegetativ" angesehen werden; die animale Zelle dagegen lässt nur Ectodermzellen aus sich hervorgehen und hat daher auf diesen Namen volles Recht.

Unmittelbar nach der ersten Theilung stehen die beiden Furchungskugeln fast in ihrem ganzen Umfange deutlich von einander ab; sobald sie sich jedoch zur weiteren Theilung anschicken, treten sie wieder enger an einander und geben in Folge dessen ihre ursprünglich kugelförmige Gestalt wieder auf. Sodann bemerkt man zwischen ihnen eine dünne, mit weniger Dotterkörnchen versehene, durchsichtigere Protoplasma-Schicht (Taf. X, Fig. 7, l). Diese körnchenärmere Partie ist jedoch keineswegs, wie Flemming will, als der „erste Anfang einer Binnenhöhle des Keims", also als Furchungshöhle, aufzufassen. Aehnliche körnchenärmere Stellen zwischen zwei oder mehreren Furchungskugeln treffen wir auch an den Keimen anderer Thiere, z. B. mancher Gastropoden, wo doch die Furchungshöhle erst viel später als in unserem Falle auftritt.

Das innigere Zusammentreten der Furchungskugeln vor jeder neuen Furchung ist besonders deshalb interessant, weil es sich auch bei anderen — vielleicht bei allen — Metazoën wiederfindet Es hat zu dem sonderbaren Irrthume geführt, dass der Keim vor jeder neuen Furchung auf die vorhergehende Zahl der Furchungskugeln zusammenschmelze, — ein Irrthum, in den sogar Lereboullet in seiner so ausserordentlich genauen und sorg-

---

später als aborales erscheint, oder aber in den Rücken mit einbezogen wird. Wir werden daher in der Folge die Ausdrücke „orales" oder „vorderes" Körperende immer — falls nicht ausdrücklich das Gegentheil angegeben ist – nur in Beziehung auf den bereits mit einer secundären Mundöffnung ausgestatteten Embryo gebrauchen. — Dass man aber von den beiden aus der Zweitheilung hervorgegangenen Zellen nicht, wie es Flemming thut, die eine als obere, die andere als untere bezeichnen darf, versteht sich wohl von selbst.

fältigen Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte von Limnaeus verfallen ist. —

Die weitere Furchung beginnt damit, dass sich an der vegetativen Zelle eine kleine, buckelförmige Hervorwölbung bildet, die sich an ihrer Basis ringförmig einschnürt und schliesslich von der grossen Zelle trennt (Taf. X, Fig. 8). Bald nach dieser Theilung streckt sich auch die animale Zelle etwas in die Länge und lässt gleichzeitig in ihrem Inneren eine deutliche, namentlich bei schwacher Vergrösserung gut sichtbare karyolytische Figur erkennen (Taf. X, Fig. 9, 2). Sodann macht sich ungefähr in der Mitte dieser Zelle eine anfangs seichte, aber allmählich tiefer werdende Furche bemerkbar, welche schliesslich zu einer vollständigen Trennung der Zelle in zwei, nie ganz gleich grosse Theile führt. Der Keim besteht demnach jetzt aus vier Furchungskugeln (Taf. X, Fig. 10). Die Grösse derselben ist folgende: Zelle 1 = 0,12 Mm., Zelle 2 = 0,09 Mm., Zelle 3 = 0,085—0,09 Mm., Zelle 4 = 0,077 Mm. Zwischen der aus der Theilung der animalen Zelle 2 (Fig. 7) hervorgegangenen Zelle 4 (Fig. 10) und der vegetativen Zelle 1 bemerkt man einen hellen Raum, der wohl als die erste Anlage der Furchungshöhle, die allerdings jetzt noch nicht allseitig geschlossen ist, angesehen werden kann.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Furchungsprocess der Malermuschel nicht vollkommen genau mit demjenigen von Anodonta, wie ihn Flemming beschreibt, übereinstimmt. Denn fürs erste findet die Theilung der animalen Zelle bei Unio nicht wie bei Anodonta gleichzeitig mit der Theilung der vegetativen Zelle statt, sondern vielmehr erst nach einer, wenngleich nur sehr kurzen Zwischenpause. Der Vorgang bei Anodonta ist jedoch möglicherweise deshalb als der ursprünglichere anzusehen, weil er sich in ganz derselben Weise nach Lovén auch bei Cardium findet. Fürs zweite ist auch die relative Grösse der Furchungskugeln bei Anodonta und Unio etwas verschieden. Während nämlich bei Anodonta die Zelle 2 (Fig. 10) gewöhnlich etwas kleiner ist, als die übrigen, ist bei Unio, wenn überhaupt ein Unterschied in der Grösse der Zellen 2 und 4 bemerkbar ist, meist die Zelle 4 die kleinere. Ja bei Unio tumidus sind in der Regel die Grössenunterschiede zwischen den vier Zellen so ausserordentlich gering, dass man ganz wohl, wie Flemming bemerkt, in den Glauben verfallen könnte, man hätte es hier mit einer gleichmässigen Furchung zu thun. Zur Bestätigung dessen will ich die

Maasse der vier ersten Furchungskugeln bei Unio tumidus anführen; sie betragen der Reihe nach: 0,11, 0,095, 0,095, 0,08 Mm.

Solche und ähnliche Unterschiede sind jedoch deshalb von keiner fundamentalen Bedeutung, weil der Furchungsprocess in allen übrigen, und zwar gerade in den wesentlichsten Punkten, bei sämmtlichen Arten in der gleichen Weise verläuft.

Die weitere Furchung geht zunächst in der Weise vor sich, dass sich von der grossen vegetativen Zelle ganz in derselben Weise, wie zuvor, ein kleiner Theil abschnürt (Taf. X, Fig. 11, 5). Der Process erfolgt ganz so, wie ihn Flemming bei Anodonta beschreibt. —

Um sich zu überzeugen, dass ausser dieser Theilung der vegetativen Zelle nicht auch eine Theilung einer anderen Zelle stattgefunden habe, ist es nothwendig, den Keim nicht blos, wie bisher, nur von einer Seite, sondern vielmehr von beiden zu betrachten. Man verfährt dabei am besten in der Weise, dass man sich zuerst ein möglichst getreues Bild von der einen Seite des Objectes entwirft, sodann den Objectträger sammt dem Präparate umwendet und nun dieses auch von der anderen Seite betrachtet. Dabei ist es gerathen, möglichst wenig Wasser unter das Deckgläschen zu bringen, damit das Ei nicht etwa während des Umwendens seine Lage verändere; auch ist es gut, immer nur eine geringe Anzahl von Eiern auf den Objectträger zu geben, damit man sich das betreffende Präparat leicht merke und nach dem Umwenden schnell wiederfinde. Am besten bedient man sich dabei solcher Objectträger, welche an ihren beiden Enden Schutzleisten tragen. — Die Nothwendigkeit dieses Verfahrens tritt auf späteren Stadien, wo die Furchungsbilder immer complicirter werden, noch viel schärfer hervor. Ein anderes, aber lange nicht so empfehlenswerthes Verfahren besteht darin, dass man einen Wasserstrom unter dem Deckgläschen durchleitet und dadurch das Ei zum Rollen bringt. Gewöhnlich ist es jedoch dabei sehr schwierig, ja zuweilen ganz unmöglich, sich eine klare Anschauung vom betreffenden Stadium zu bilden. Ich selbst habe meist nur das erstere Verfahren in Anwendung gebracht und bin dadurch — namentlich in Beziehung auf die Dotterfurchung der Gastropoden — zu sehr schönen Resultaten gelangt. —

Der Keim besteht jetzt aus fünf Zellen. Nun theilen sich zunächst die zwei, von der grossen vegetativen Zelle abstammenden Zellen 3 und 5 in je zwei Theile (Taf. X, Fig. 12). Der Keim wird dadurch siebenzellig. Unmittelbar darauf scheint sich

auch die von der animalen Zelle abstammende Furchungskugel 4 (Fig. 10—12) in zwei ungefähr gleich grosse Zellen zu spalten und der Keim wird achtzellig (Taf. X, Fig. 13 A von der einen, Fig. 13 B von der andern Seite; die Zellen 4 und 5 auf Fig. 13 B stellen die Theilungsproducte der Zelle 4 auf den Fig. 10—12 dar). Auf dieses Stadium folgt das auf den Figuren 14 A und 14 B dargestellte. Der Keim ist neunzellig; die einzelnen Zellen haben sich jedoch gegen einander etwas verschoben. Am vegetativen Pol ist noch immer die grosse vegetative Zelle 1 bemerkbar; die Furchungshöhle fh, welche auf der, bei auffallendem Lichte gezeichneten Figur 14 A dunkel erscheint, wird fast von allen Seiten von Furchungskugeln umschlossen.

Den weiteren Verlauf der Furchung kann man sich am besten vergegenwärtigen, wenn man sich vorstellt, dass einerseits sämmtliche kleinen Zellen, — gleichviel aus welcher Theilung sie hervorgegangen sind, — sich beständig weiter theilen, während andererseits auch die grosse vegetative Zelle fortwährend gegen das spätere orale Körperende hin („Vorderwulst“ nach Flemming) Knospen treibt, welche sich jedesmal kurz nach ihrer Bildung von ihrer Mutterzelle ablösen und nach vorne zu die Zahl der kleinen Furchungskugeln vermehren. Diese von der grossen vegetativen Zelle abstammenden kleinen Furchungskugeln unterscheiden sich von den Theilungsproducten der animalen Zelle stets durch ihre bedeutendere Höhe und durch ihre grössere Undurchsichtigkeit und setzen uns dadurch in den Stand, schon jetzt das spätere Vorderende von allen anderen Körperregionen deutlich zu unterscheiden.

Auf diese Weise kommt es schliesslich zur Bildung einer ovalen Blase, deren längster, vom animalen zum vegetativen Pol hinziehender Durchmesser 0,16 Mm. beträgt und deren Wand (von einigen unwesentlichen Verschiedenheiten abgesehen) aus zwei Zellenarten zusammengesetzt ist. Der eine Pol der Blase wird auch jetzt noch von der grossen vegetativen Zelle eingenommen, die jetzt, nachdem sie sich durch fortgesetzte Theilung nicht unbeträchtlich verkleinert hat, 0,095 Mm. im Durchmesser besitzt; der andere Pol und die Seitenwände der Blase werden von mehr oder weniger flachen Zellen eingenommen, die theils von der grösseren, theils von der kleineren der beiden, aus der Zweitheilung hervorgegangenen Zellen abstammen und von

denen die höchsten und undurchsichtigsten, wie bereits erwähnt, gegen das künftige Vorderende hin liegen.

Dieses Stadium, welches Flemming als das „Stadium der definitiven Theilung des Obertheils" bezeichnet hat, können wir als Ausgangspunkt für eine Reihe der folgenden Entwicklungsvorgänge betrachten. Wir haben dasselbe auf Taf. X, Fig. 15 und 16 abgebildet. Die erstere der beiden Figuren stellt eine Oberflächenansicht dieses Stadiums dar und gibt genau die Zahl und Lagerung der zu dieser Zeit auf einer Seite sichtbaren Zellen wieder. Fig. 16 stellt einen optischen Querschnitt durch dasselbe dar; ginge der Schnitt nicht, wie auf unserer Figur, in querer Richtung von der einen Seite zur anderen, sondern in sagittaler Richtung von vorne nach hinten, so würden wir ganz dasselbe Bild erhalten, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Zellen auf der, dem späteren Vorderende („Vorderwulst" Fl.) entsprechenden Seite etwas höher und dunkler wären, als auf der entgegengesetzten.

Die einzelnen Zellen sind zu dieser Zeit noch nicht durch Membranen von einander geschieden. Zwischen den kleinen, abgeflachten animalen Zellen bemerkt man zarte körnchenlose Partien (Taf. X, Fig. 15). Ganz ähnliche körnchenlose Stellen habe ich auch von den, relativ etwas älteren Keimen von Limnaeus an einem anderen Orte beschrieben.[1]) Die Kerne sind in den flachen Zellen deutlich und scharf umschrieben, in den rundlichen dagegen, wie auch Flemming angibt, nicht oder doch nur undeutlich zu erkennen. Bemerkenswerth ist noch, dass ich in keinem einzigen Kerne ein Kernkörperchen finden konnte, während dies nach Flemming bei Anodonta ganz leicht und ohne weiteres möglich ist.

Dieses Stadium wurde bereits von C. G. Carus gesehen und ganz richtig abgebildet, jedoch irrthümlicher Weise für einen pathologischen Entwicklungszustand gehalten. —

Nunmehr theilt sich die grosse, am vegetativen Pol gelegene Zelle in zwei, nahezu gleich grosse Theile. Jeder derselben besitzt einen Durchmesser von 0,065 bis 0,07 Mm.. Taf. X, Fig. 17 gibt uns eine Oberflächenansicht dieses Stadiums; Fig. 18 stellt einen optischen Querschnitt durch

[1]) Rabl, „Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten"; Jen. Zeitschr. f. Naturw., IX. Band, 2. Heft, Jena 1875, p. 201, Taf. VII, Fig. 15.

dasselbe dar. Die Zellen I und II sind die beiden Theilungsproducte der Zelle 1 (Fig. 15 u. 16).

Bald darauf zerfällt die Zelle I in zwei, nie ganz gleich grosse Theile (Taf. X, Fig. 19, I a und I b). Der grössere der beiden hält im Durchmesser 0,0575 Mm., der kleinere 0,050 Mm. Kurze Zeit später theilt sich auch die Zelle II in zwei gleichfalls ungleiche Theile (Fig. 20, II a und II b). Auf diese Weise sind aus der grossen vegetativen Zelle vier Zellen entstanden. Nun theilen sich die zwei grösseren derselben abermals, so dass nunmehr am vegetativen Keimpol sechs Zellen zu liegen kommen (Fig. 21 A von der einen, Fig. 21 B von der andern Seite).

Unterdessen haben sich auch die übrigen Zellen des Keimes, welche wir jetzt als animale Zellen bezeichnen können, nicht unbeträchtlich vermehrt. Wie aus den Figuren 21 A und 21 B hervorgeht, ist jedoch die Grösse dieser Zellen auf beiden Seiten etwas verschieden. —

Flemming beschreibt diese Theilungsvorgänge bei Anodonta folgendermassen: Der Obertheil oder die Oberzelle „scheidet sich zunächst in zwei annähernd, aber nie genau gleich grosse Zellen, dann zuerst die eine, darauf die andere derselben wiederum in zwei, so dass also dann immer eine ungerade Anzahl dieser dunklen Oberzellen vorhanden ist“.[1] Dass diese letztere Angabe unrichtig ist, wird Jedem auffallen, der den angeführten Satz aufmerksam liest; denn nachdem sich „die andere derselben (nämlich der beiden dunklen Oberzellen) wiederum in zwei“ Zellen getheilt hat, sind doch im Ganzen daselbst vier Zellen vorhanden und die Zahl 4 ist doch wohl keine ungerade Zahl. —

Ungefähr bis zu diesem Punkte stimmen meine Beobachtungen mit denjenigen Flemming's der Hauptsache nach vollkommen überein; von da an weichen sie jedoch entschieden von denselben ab. Die Uebereinstimmungen beziehen sich nunmehr fast durchgehends nur auf histologisches Detail, während gerade in den morphologisch wichtigsten Punkten, nämlich in der Bildung der Keimblätter, die grössten und wesentlichsten Differenzen bestehen.

Die sechs, am vegetativen Pole befindlichen Zellen, die sich von allen übrigen Zellen des Keims durch ihre viel bedeutendere Grösse und Undurchsichtigkeit auszeichnen, theilen sich im weiteren

[1]) W. Flemming, „Studien“ etc., p. 53 und 54.

Verlaufe der Entwicklung abermals, so dass dann ungefähr 10 bis 15 nahezu gleich grosse Zellen am vegetativen Pol zu sehen sind. Diese Theilung schreitet jedoch nicht immer gleichmässig weiter, sondern es macht sich vielmehr alsbald ein sehr auffallender und für die ganze weitere Entwicklung höchst wichtiger Unterschied in den Theilungsproducten bemerkbar. Während nämlich die Mehrzahl der, aus der grossen vegetativen Zelle 1 (Fig. 15) hervorgegangenen Zellen sich noch einige Zeit gleichmässig der Länge nach weiter theilt, bleiben zwei — wie wir später sehen werden — symmetrisch rechts und links von der Medianlinie gelegene Zellen zurück, welche einen von den übrigen, bereits gebildeten Embryonalzellen verschiedenen Entwicklungsgang einschlagen und für die Bildung der Keimblätter von der allergrössten Bedeutung werden. Diese beiden Zellen besitzen einen Durchmesser von 0,025—0,03 Mm. und sind in ganz derselben Weise, wie alle übrigen Embryonalzellen, der Wand der nunmehr nahezu kugeligen Blase eingefügt. Sie treten gewöhnlich erst auf Behandlung mit stark verdünnter Ueberosmiumsäure nebst einer kleinen Beigabe von Glycerin [1]) klar und deutlich hervor; auch Essigsäurebehandlung liefert mitunter ganz gute Bilder.

Dieses Entwicklungsstadium bezeichnen wir als Blastosphaera (Taf. XI, Fig. 24 u. 25). Allerdings hatte der Embryo schon viel früher die Gestalt einer nahezu kugeligen, allseitig geschlossenen Blase; wenn wir aber mit dem Ausdrucke „Blastosphaera" einen bestimmten, sowohl von den früheren, als späteren Stadien deutlich abgegrenzten Entwicklungszustand bezeichnen wollen, so können und dürfen wir nur dasjenige Stadium als Blastosphaera bezeichnen, welches unmittelbar der Einstülpung vorhergeht. Die Blastosphaera der Unioniden und wahrscheinlich auch aller anderen Muscheln stellt somit eine nahezu kugelige, hohle, einschichtige Blase dar,

[1]) Man verfährt hierbei am besten in der Weise, dass man zuerst eine grössere Anzahl von Eiern nebst einem Wassertropfen auf den Objectträger bringt, sodann einen möglichst kleinen Tropfen einer halbpercentigen Ueberosmiumsäure-Lösung und eine Spur Glycerin dazu gibt und nun das Object unter das Mikroskop bringt und abwartet, bis sich die Wirkungen der angewendeten Reagentien bemerkbar machen. Es wird sodann ein Moment eintreten, wo die einzelnen Zellen gerade so scharf und deutlich hervortreten, wie sie auf meinen Figuren zu sehen sind. Die Kerne der Zellen sind — wahrscheinlich in Folge der Glycerin-Einwirkung — nicht zu sehen.

deren Wand aus dreierlei Bestandtheilen zusammengesetzt ist: 1) aus kleinen, flachen oder kurz-prismatischen Zellen, die den grössten Theil der Blasenwand bilden; 2) aus einem kleinen, mehr oder weniger rundlichen oder scheibenförmigen Felde hoher, dunkler Cylinderzellen; und 3) aus zwei, symmetrisch rechts und links von der Hauptaxe gelegenen, grossen, ovalen Zellen.

Die kleinen, flachen oder prismatischen Zellen zeigen eine sehr charakteristische und regelmässige Anordnung: die grösseren und dunkleren von ihnen (welche von der grösseren der beiden, aus der Zweitheilung hervorgegangenen Zellen abstammen) liegen nämlich stets dem späteren Vorderende und den beiden grossen Zellen näher, als dem Hinterende; die flachsten Zellen liegen diesen beiden Zellen fast direct gegenüber an der anderen Seite der Blase.

Dass in der That die Wand der Blastosphaera nur aus einer einzigen Schichte von Zellen besteht und dass nirgends — wie Flemming vermuthet — unter dieser noch eine oder mehrere andere Schichten liegen, davon kann man sich nicht allein durch die angegebene Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Glycerin, sondern auch mittelst Querschnitten überzeugen. Wenn Flemming sagt, die Wand der Blase sei „im Bereich des oberen Theiles der Vorderspange“ [1]) bis vier Zellen dick, so erklärt sich dieser Irrthum ganz leicht daraus, dass hier die Zellen, wie bereits angeführt, nicht blos eine viel bedeutendere Höhe besitzen, sondern auch viel dunkler und undurchsichtiger sind, als an allen anderen, von den kleinen Embryonalzellen eingenommenen Stellen der Blastosphaera. —

Rufen wir uns nun nochmals die Genese der drei Bestandtheile der Blastosphaera ins Gedächtniss zurück! Wir wollen dabei von dem auf Taf. X, Fig. 15 u. 16 abgebildeten Stadium ausgehen. Was fürs erste die zahlreichen kleinen, theils prismatischen, theils abgeplatteten Zellen betrifft, so haben wir dieselben von den kleinen, die Seitenwände und den animalen Keimpol zusammensetzenden Furchungskugeln abgeleitet. Was dagegen ferner die beiden grossen Zellen und das rundliche, aus hohen, dunklen Cylinderzellen bestehende Feld der Blastosphaera betrifft, so hat sich bei unseren Untersuchungen herausgestellt, dass sie sämmtlich nur als die Theilungsproducte der grossen Zelle 1 am vegetativen Pol angesehen werden müssen.

---

[1]) W. Flemming, „Studien“ etc., p. 54.

Die nächsten, an der Blastosphaera wahrnehmbaren Veränderungen bestehen in einer Abflachung des Cylinderzellen-Feldes und einer Ueberwachsung der beiden grossen Zellen durch die nebenan liegenden kleinen.

Durch den ersteren der beiden Vorgänge verliert die Blastosphaera wieder ihre kugelige Gestalt; sie erhält eine, bei seitlicher Ansicht mehr oder weniger dreieckige Form. Durch den letzteren gelangen die beiden grossen Zellen ins Innere der Furchungshöhle, wo sie an der vordersten Ecke, dort, wo die Cylinderzellen in die kurzprismatischen Zellen der vorderen Körperwand übergehen, wiederzufinden sind (Taf. XI, Fig. 26, m). Diese Ueberwachsung geht in der Weise von Statten, dass sich einige der unmittelbar angrenzenden prismatischen Zellen über die beiden grossen Zellen hinüberlegen und sie dadurch in die Furchungshöhle hineindrängen. Dabei baucht sich die betreffende Stelle der Blastosphaera in Form eines stumpfen Höckers hervor (Taf. XI, Fig. 26) und gibt dadurch den Keimen ein sehr charakteristisches Ansehen.

Auch Flemming, der, wie er selbst sagt, wegen der zunehmenden Undurchsichtigkeit der Embryonen „über das Feinere dieser Vorgänge im Dunkeln“ blieb, erwähnt diese Hervorwölbung der Blastosphaera am oberen Theile der „Vorderspange“. —

Das Cylinderzellen-Feld beginnt sich bald nach seiner Abflachung der Quere nach in die Höhle der Blastosphaera hineinzustülpen (Taf. XI, Fig. 27 und 28). Man erhält die Richtung, in der diese Einstülpung erfolgt, wenn man sich die Mittelpunkte der beiden grossen Zellen durch eine gerade Linie mit einander verbunden denkt; die Richtung dieser Linie stimmt genau mit jener der Lateralaxe des Embryo überein (siehe Taf. XI, Fig. 29). Das Cylinderzellen-Feld bleibt auch während und nach dieser Einstülpung einschichtig.

Die Blastosphaera-Einstülpung der Unioniden unterscheidet sich demnach von dem entsprechenden Vorgange bei der Mehrzahl der übrigen Metazoën dadurch, dass sie nicht eine nach allen Seiten hin gleichmässige ist, sondern vielmehr von der Richtung der Embryonal-Axen bestimmt wird.

Der Embryo besteht demnach der Hauptsache nach jetzt aus zwei, sowohl ihrer Form, als ihrer späteren functionellen Bedeutung nach verschiedenen Zellenschichten. Die äussere derselben, welche theils aus abgeflachten, theils aus kurz prismatischen Zellen zusammengesetzt ist, stellt das äussere Keimblatt oder Ectoderm dar; die innere, aus hohen

dunklen Cylinderzellen bestehende dagegen das innere Keimblatt oder Entoderm. Zwischen beiden befinden sich die zwei grossen Zellen, die, wie erwähnt, kurz zuvor von den Ectodermzellen überwachsen wurden und nun vorne an der Uebergangsstelle der beiden primären Keimblätter liegen. Die breite quere Einstülpungsöffnung können wir als Urmund oder primären Mund bezeichnen, den engen, spaltförmigen Hohlraum als Urdarm oder primären Darm.

Der Zeitpunkt, wann sich die beiden grossen Zellen zu theilen beginnen, ist mir leider entgangen. Es ist indess sehr wahrscheinlich, dass diese Theilung schon kurz nach der Ueberwachsung derselben beginnt. Optische Durchschnittsbilder geben darüber keinen sicheren Aufschluss. Gewiss ist, dass die Theilung zu dieser Zeit bereits begonnen hat; die Producte derselben sind stets sehr ungleich gross, so dass man noch lange neben den kleinen Zellen die zwei, sich allmählich verkleinernden grossen Zellen wahrnehmen kann. Der Vorgang bietet grosse Aehnlichkeit mit dem von Kowalevsky an Lumbricus beobachteten dar; auch bei Euaxes scheint sich nach demselben Forscher ein ganz ähnliches Verhalten vorzufinden; wenigstens glaube ich dies aus einigen von Kowalevsky gegebenen Abbildungen schliessen zu dürfen.[1])

Bemerkenswerth ist noch, dass sich die kleinen Theilungsproducte der beiden grossen Zellen anfangs ganz dicht an das eingestülpte Entoderm anlegen (Taf. XI, Fig. 32) und erst allmählich durch die ganze Höhle hin verbreiten. — Zwischen Ectoderm und Entoderm befindet sich somit jetzt eine dritte Zellenschichte, das Mesoderm oder mittlere Keimblatt.

An der, dem späteren Hinterende entsprechenden Körperstelle machen sich zu dieser Zeit drei, durch ihre ausserordentliche Grösse und ihre kugelige Form von allen anderen Ectoderm-Zellen auffallend abweichende Zellen bemerkbar; eine Verwechslung derselben mit den beiden grossen Zellen des Mesoderms ist nicht blos wegen ihrer abweichenden Zahl, sondern auch wegen ihrer verschiedenen Lage (die beiden Mesoderm - Zellen liegen bekanntlich am späteren Vorderende) nicht möglich. Man sieht sie auf den Fig. 29, 30 und 31 bei h klar hervortreten.

---

[1]) A. Kowalevsky, „Embryol. Studien an Würmern u. Arthropoden". Mém. de l'Academie de St.-Pétersbourg, Tome XVI, Nr. 12, 1871; Taf. III, Fig. 11, 12, 13 u. 16.

Das Stadium der vollendeten Einstülpung, das wir auch als das Stadium der Keimblätterbildung bezeichnen können und dessen Entwicklung wir eben geschildert, haben wir auf Taf. XI, Fig. 28—32 und Taf. XII, Fig. 51 und 52 abgebildet. Fig. 28 stellt einen optischen Längsschnitt, Fig. 29 einen optischen Querschnitt durch dasselbe dar; Fig. 30 gibt uns eine Oberflächenansicht von der linken Seite des Embryo, Fig. 31 eine solche von der Bauchwand; Fig. 32 stellt einen optischen Längsschnitt durch ein etwas späteres Stadium dar. Taf. XII, Fig. 51 zeigt uns einen Sagittalschnitt, Fig. 52 einen Querschnitt durch den bereits mit allen drei Keimblättern ausgestatteten Embryo. Ectoderm und Entoderm sind überall einschichtig. Die höchsten Ectoderm-Zellen liegen bei B; sie besitzen hier eine Länge von 0,015—0,017 Mm. Gegen r hin werden sie plötzlich flach und niedrig; von hier gegen die Einstülpungs-Oeffnung nehmen sie wieder an Höhe zu. Die Entoderm-Zellen haben eine Höhe von 0,020—0,025 Mm. und eine Dicke von 0,008—0,01 Mm.; ihre Kerne halten im Durchmesser ungefähr 0,006—0,007 Mm. Die beiden grossen Mesodermzellen haben zu dieser Zeit eine Länge von 0,025 Mm. und eine Dicke von 0,0175 Mm.; ihre Kerne messen etwa 0,007 Mm.; in den Kernen bemerkt man ganz deutlich ein kleines, punktförmiges Kernkörperchen. Sowohl bei den Ectoderm- als bei den Entoderm-Zellen sind die, gegen die Furchungshöhle gerichteten Zellenenden körnchenreicher und in Folge dessen undurchsichtiger, als die entgegengesetzten. —

Ich habe dieses Stadium deshalb so ausführlich beschrieben, weil es mir für die vergleichende Entwicklungsgeschichte der Metazoën von der grössten Wichtigkeit zu sein scheint und weil gerade in diesem Punkte meine Beobachtungen von denjenigen Flemming's am weitesten abweichen.

Was die früheren Beobachter betrifft, so haben bereits C. G. Carus und Oscar Schmidt ganz gute Oberflächen-Ansichten von diesem Stadium gegeben. Die Abbildungen, welche Flemming davon gegeben hat, sind, wie dieser Forscher wohl selbst zugeben wird, etwas zu dunkel und undeutlich ausgefallen. —

Es erübrigt noch, einige Worte über das Verhalten der „Richtungsbläschen“ während und unmittelbar nach der Furchung zu sagen. Es wollte mir leider nicht gelingen, die „Richtungsbläschen“ während des ganzen Furchungsprocesses genau und mit der nöthigen Sicherheit zu verfolgen; dennoch glaube ich durch eine Zusammenstellung meiner und Flem-

ming's Beobachtungen eine nahezu vollständige Geschichte ihres Verhaltens und ihrer Lagerungsverhältnisse zu den Furchungskugeln geben zu können. Nach der Zweitheilung des Keims trifft man sie in der Furche zwischen den beiden Furchungskugeln und zwar, wie auch Flemming angibt, etwas der vegetativen Zelle näher, als der animalen. Nach der Viertheilung liegen sie nach Flemming in dem einspringenden Winkel zwischen den Zellen 1, 3 und 4, nach der Fünftheilung zwischen 3, 4 und 5. Nach der Sieben- und Achtheilung, welche Flemming nicht direct beobachtete, scheinen sie zwischen den Zellen 3, 6 und 7 zu liegen. Sobald einmal der Keim die Blasenform angenommen hat, liegen sie immer an der dünnsten Stelle der Blase, also immer gerade den kleinen Theilungsproducten der grossen vegetativen Zelle gegenüber. Ganz in derselben Weise treffen wir sie noch am Keim von Taf. XI, Fig. 25 und den folgenden. Von dem von uns als Blastosphaera bezeichneten Stadium angefangen, liegen sie stets genau in der Mittellinie des Keimes, an jener Stelle, wo sich die flachsten Zellen befinden. Bei Anodonta verschwinden sie nach Flemming ungefähr auf dem Stadium von Fig. 28, bei Unio aber erst viel später.

Die Embryonen von Anodonta und Unio tumidus statten sich, sobald sie mit allen drei Keimblättern versehen sind, an ihren vorderen Körperenden mit langen Flimmerhaaren aus, durch deren schwingende Bewegungen sie im Eiweiss des Eies zu rotiren beginnen. Den Embryonen der Malermuschel fehlen jedoch diese, als Velum bezeichneten Cilien. —

Schliesslich will ich noch bemerken, dass ich nicht selten in Furchungskugeln, welche noch nicht die geringste Spur einer Einschnürung erkennen liessen, zwei deutliche, scharf umschriebene Kerne gefunden habe. Dieselbe Erscheinung habe ich auch an mehreren ungefurchten, aber bereits befruchteten Eiern von Unio tumidus beobachtet. Ich bin jedoch ebenso wenig, wie Flemming, der dieselbe Erscheinung bei Anodonta beobachtete, im Stande, mit Bestimmtheit anzugeben, ob solche Eier sich normal weiter entwickeln oder ob sie nach längerer oder kürzerer Zeit absterben und zu Grunde gehen. [1])

[1]) Einige interessante Bemerkungen über mehrkernige Zellen finden sich auch in der eben erschienenen ersten Hälfte von Kölliker's „Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere", Leipzig 1876, p. 58.

Bevor wir in der Beschreibung der Entwicklungsvorgänge weiterfahren, wollen wir folgende drei Punkte einer näheren Betrachtung unterziehen:

1) Die „Richtungsbläschen" und ihre Bedeutung;
2) Die Eifurchung und ihr Verhältniss zu den anderen Arten inaequaler Furchung, namentlich zu derjenigen der Gastropoden; und
3) Die Bildungsweise und das Lagerungsverhältniss der Keimblätter.

1) Die „Richtungsbläschen" und ihre Bedeutung.[1]) Die Frage nach dem Wesen und der Bedeutung der „Richtungsbläschen" hat noch immer keine befriedigende Antwort gefunden. Das einzig Sichere, was man in dem langen, über diesen Gegenstand geführten Streite bisher erreichte, besteht in der Widerlegung der, vor nahezu dreissig Jahren von Fr. Müller aufgestellten Ansicht, dass die „Richtungsbläschen" einen wichtigen Einfluss auf die Richtung der Furchen des Dotters und mithin auch auf das gegenseitige Lagerungsverhältniss der Furchungskugeln auszuüben hätten. Fast in allen anderen Beziehungen hat der lange

---

[1]) Späterer Zusatz: Diese Bemerkungen wurden im Herbst 1875 niedergeschrieben. Inzwischen sind die schönen Untersuchungen O. Bütschli's „über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien" erschienen, welche über unseren Gegenstand ein erfreuliches Licht verbreiten. Ich glaube aber dennoch meine damaligen Bemerkungen fast ganz unverändert mittheilen zu sollen, einerseits, weil durch dieselben auf mehrere Verhältnisse aufmerksam gemacht wird, die bisher entweder ganz übersehen oder nur ungenügend berührt worden sind, andererseits, weil meine Ansicht über die physiologische Bedeutung der „Richtungsbläschen" Bütschli Anlass zu der wohlfeilen Bemerkung gegeben hat, „man sehe, was die Anpassung mit gutem Willen nicht alles zu leisten im Stande sei" und weil ich daher meine Ansicht zu rechtfertigen wünsche. — Ueberdies muss ich Bütschli gegenüber hervorheben, dass man bei embryologischen Untersuchungen, die sich über eine lange Reihe von Vorgängen erstrecken, einer einzelnen Erscheinung, die anerkanntermassen zu den weiteren Veränderungen in gar keiner directen Beziehung steht, nicht seine volle Aufmerksamkeit widmen kann, sondern dass die Beobachtung eines solchen Vorganges, wie Bütschli selbst gezeigt hat, eine Sache für sich ist; es musste mir daher bei der Beobachtung der Entwicklungsgeschichte der Gastropoden die Bildungsweise und das Lagerungsverhältniss der Keimblätter etc. viel mehr am Herzen gelegen sein, als das Austreiben der „Richtungsbläschen".

und heftige Streit zu keinem nennenswerthen Erfolge geführt. Wir wollen daher auf die Wandlungen, welche die Ansichten der Forscher über diesen Gegenstand im Laufe der Zeit durchgemacht haben, nicht näher eingehen[1]), und nur die heute herrschenden und einander gegenüberstehenden Ansichten einer näheren Beleuchtung unterziehen.

Im Ganzen und Grossen lassen sich diese Ansichten in zwei Gruppen theilen, — je nachdem sie mehr die morphologische oder mehr die physiologische Seite der Frage in den Vordergrund drängen.

Die Anhänger der ersteren Richtung glauben in den „Richtungsbläschen" das, vor dem Beginn der Furchung verschwundene Keimbläschen oder doch wenigstens einen Theil desselben — allerdings in sehr veränderter Form — wiedererkennen zu müssen. Hierher gehören vor Allem Oellacher, Flemming und Bütschli. Bekanntlich hatte schon vor längerer Zeit Oellacher auf die Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammenhanges zwischen Keimbläschen und „Richtungsbläschen" hingewiesen, ohne aber dafür ganz sichere und unanfechtbare Belege beibringen zu können. Dieser von Oellacher aufgestellten Ansicht schloss sich Flemming — freilich, wie auch Bütschli mit Recht bemerkt, ohne hiezu einen zwingenden Grund zu besitzen — der Hauptsache nach an. Er meinte, dass die „überwiegende Wahrscheinlichkeit" dafür spreche, dass man es bei den „Richtungsbläschen" mit „ausgetriebener Kernsubstanz" zu thun habe.[2]) Um jedoch diese Annahme sicher zu stellen, wäre es unbedingt nothwendig gewesen, das Keimbläschen in allen seinen Umwandlungen bis zum Austreiben und Abschnüren der „Richtungsbläschen" zu verfolgen. Dies ist jedoch von Flemming nicht geschehen, und wir müssen daher seine Annahme zum mindesten für unerwiesen erachten. Auch glauben wir nicht, dass es mit unseren gegenwärtigen Hilfsmitteln je einem Forscher gelingen werde, an den Eiern der Najaden das Keimbläschen während aller seiner Umwandlungen genau und mit Sicherheit zu verfolgen und hiedurch die vorliegende Frage endgiltig zu entscheiden. Viel günstiger scheinen

---

[1]) Wir verweisen in dieser Beziehung auf Flemming's „Studien", p. 31 und 32 und auf unsere „Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten", p. 223.

[2]) W. Flemming, l. c., p. 37.

in dieser Hinsicht die Eier von Cyclas zu sein, deren grosse Durchsichtigkeit viel leichter einen Einblick in die in ihrem Inneren ablaufenden Vorgänge gestattet, als dies an den Eiern von Anodonta und Unio der Fall ist.

Die genauesten und sorgfältigsten Untersuchungen über die Beziehungen des Keimbläschens zu den „Richtungsbläschen" hat vor Kurzem Bütschli[1]) an den Eiern einiger Nematoden angestellt. Aus seinen Untersuchungen scheint mit grosser Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, dass zwar nicht das ganze Keimbläschen, aber doch ein Theil desselben, nämlich der Keimfleck, nach der Befruchtung ausgetrieben werde und sich zu den „Richtungsbläschen" umbilde.[2])

Doch scheint es uns nach Allem, was bisher über diesen Gegenstand bekannt geworden ist, gerathen, einstweilen noch mit der Bildung eines bestimmten Urtheiles zurückzuhalten und vorerst abzuwarten, bis weitere und über mehrere Thierclassen ausgedehnte Untersuchungen vorliegen werden. Ein Zusammenhang zwischen Keimbläschen und „Richtungsbläschen" wäre übrigens a priori durchaus nicht undenkbar; ja die Sache würde dann um so wichtiger sein, als sie, wie Flemming mit Recht bemerkt, noch „eine hochinteressante phylogenetische Seite" bekäme[3]), insofern nämlich der Keim durch das Verschwinden des Keimbläschens vom Zustande einer einfachen Zelle auf den Zustand einer Cytode herabsinkt. Freilich scheint gegen einen solchen Zusammenhang wieder der Umstand zu sprechen, dass die „Richtungsbläschen" bisweilen, wie in dem oben angeführten Falle, eine ganz ungewöhnliche Grösse erreichen und das Keimbläschen im Durchmesser um mehr als das Dreifache übertreffen; andererseits müssen wir aber wieder bedenken, wie leicht namentlich auf frühen Entwicklungsstadien Quellungserscheinungen zu Stande kommen und wie grosse Schwierigkeiten gemeiniglich der Beurtheilung solcher abnormer Fälle im Wege stehen. —

Von den Anhängern der zweiten, mehr physiologischen Richtung müssen wir namentlich Semper und Selenka hervor-

---

[1]) O. Bütschli, „Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken". Zeitschr. f. wiss. Zool., XXV.

[2]) Nach Bütschli's neuesten Beobachtungen ist es „höchst wahrscheinlich das gesammte Keimbläschen", also nicht blos der Keimfleck, das zum „Richtungsbläschen" wird.

[3]) W. Flemming, l. c., p. 35.

heben. Semper, der die „Richtungsbläschen“ mit den „Testatropfen“ oder „Testazellen“ der Ascidien vergleicht, sieht in dem Austreiben dieser Gebilde „gewissermaassen eine Defäcation“, „eine Reinigung“ der Eizelle, „eine Befreiung von offenbar für die einzuleitenden Vorgänge unbrauchbaren Stoffen“.[1]) Ja Selenka geht so weit, die „Richtungsbläschen“ geradezu den „Koth“ der Eizelle zu nennen[2])! Wenn überdies Semper an einer anderen Stelle[3]) die Ansicht ausspricht, man habe in den „Richtungsbläschen“ vielleicht „die primitivsten Excretionsorgane“ zu erblicken, denen die Aufgabe zukomme, „unbrauchbar gewordene Stoffe abzuführen“, so haben wir es hier doch wohl nur mit einem Druckfehler zu thun, der Semper zu der unliebsamen Verwechslung der Excretionsorgane mit den Excretionsproducten führte.

Gegen die Ansicht Semper's und Selenka's haben wir Folgendes einzuwenden: fürs erste sollte man nach unserer Ansicht gegenwärtig, wo man von einer Physiologie der Eizelle noch fast gar nichts weiss, auch nicht von einer Ausscheidung „unbrauchbar gewordener Stoffe“ oder von einer „Defäcation“ der Eizelle reden. Fürs zweite müsste, falls diese Ansicht gerechtfertigt wäre, eine fundamentale Verschiedenheit zwischen der Entwicklung derjenigen Eier, welche „Richtungsbläschen“ oder „Testatropfen“ besitzen, und jener, denen diese Gebilde fehlen, angenommen werden; man müsste annehmen, dass in den einen Eiern ganz andere physiologische Processe während der ersten Entwicklung ablaufen, als in den anderen. Endlich drittens gibt Semper's Ansicht keine Erklärung, sondern nur eine Umschreibung der Thatsachen; denn wenn die ausgeschiedenen Stoffe brauchbar und „für die einzuleitenden Vorgänge“ nothwendig wären, so würden sie doch gewiss nicht ausgeschieden werden. Wenn ich daher von einer Ausscheidung von „offenbar für die einzuleitenden Vorgänge unbrauchbaren Stoffen“ spreche, so gebe ich damit doch nur eine Umschreibung, keine Erklärung der Thatsachen. — Demnach müssen wir die von Semper und Selenka aufgestellte Ansicht, da sie uns

---

[1]) Carl Semper, „Ueber die Entstehung der geschichteten Cellulose-Epidermis der Ascidien“. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg; zweiter Band, 1. Heft, 1874, p 12. Anm. 2.

[2]) Selenka, „Eifurchung und Larvenbildung von Phascolosoma elongatum“. Zeitschr. für wiss. Zool. 1875, p. 414.

[3]) Semper, l. c., p. 16, Anm.

einem Verständnisse unseres Gegenstandes nicht näher bringt, zurückweisen.

Wir wollen nun noch einige Umstände hervorheben, welche uns allem Anscheine nach einige Anhaltspunkte für die Beurtheilung der geschilderten Vorgänge zu geben vermögen. Schon Flemming[1]) hat eine Reihe von Punkten namhaft gemacht, welche beweisen, dass die in früherer Zeit zu wiederholten Malen und selbst heute noch hie und da[2]) aufgestellte Ansicht, dass die „Richtungsbläschen" nur ganz „gleichgültige und beliebige" Gebilde seien, entschieden unrichtig ist, und dass man daher nicht so leichterdings über diesen Gegenstand hinweggehen dürfe.

Vor Allem müssen wir hervorheben, dass die „Richtungsbläschen" in der Regel nur die Begleiter der inaequalen oder ungleichmässigen Furchung sind, während sie bei der gleichmässigen oder primordialen Furchung fehlen. Ich brauche in dieser Hinsicht nur an die Gastropoden und Lamellibranchiaten, an zahlreiche Würmer (Nephelis, Lumbricus etc.), sowie an die Säugethiere zu erinnern.[3]) Von den Ascidien und Nemertinen, welche von dieser Regel eine Ausnahme machen, indem bei ihnen neben primordialer Furchung „Richtungsbläschen" oder „Testatropfen" vorkommen, wollen wir einstweilen absehen und uns die Besprechung dieser Verhältnisse auf weiter unten versparen.

Ein zweiter, nicht minder wichtiger Punkt besteht darin, dass die Austrittsstelle der „Richtungsbläschen" stets der animale Keimpol ist. Schon Flemming[4]) hat auf diese Constanz der Lage und Austrittsstelle hingewiesen. Ich erinnere in dieser Beziehung namentlich an die Verhältnisse bei den Gastropoden und Lamellibranchiaten; ein ganz ähnliches Verhalten scheint sich auch bei Lumbricus[5]) vorzufinden. Und selbst

---

[1]) W. Flemming, l. c., p. 34.

[2]) Vgl. Ray-Lankester, „Observations on the development of the pond-snail". Quart. journ. of micr. scienc. 1874, p. 375. Die betreffende Stelle wird auch von Flemming citirt; s. l. c., p. 31, Anm. 1.

[3]) Die genaueste Zusammenstellung hinsichtlich der „Richtungsbläschen" hat Bütschli gegeben (l. c., p. 171).

[4]) Flemming, l. c., p. 34.

[5]) A. Kowalevsky, „Embryol. Studien an Würmern und Arthropoden". Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg, Tome XVI, Nr. 12, 1871. Diese Annahme ist auf die Voraussetzung basirt, dass die Fig. 2 und 3 auf Taf. VI, auf welchen die „Richtungsbläschen" nicht abgebildet sind, dieselben Lagerungsverhältnisse, wie Fig. 1, zur Anschauung bringen.

in jenen Fällen, wo es noch zweifelhaft erscheint, ob wir es wirklich mit „Richtungsbläschen“ zu thun haben, wie bei den Fischen (Oellacher) und bei Euaxes (Kowalevsky), erscheinen die betreffenden Körperchen regelmässig am animalen Keimpole, wo die Furchung schneller von Statten geht, als an dem entgegengesetzten vegetativen.

Endlich müssen wir noch als einen dritten, für die Beantwortung unserer Frage wichtigen Umstand hervorheben, dass der animale Keimpol der sich ungleich furchenden Eier immer specivisch leichter ist, als der entgegengesetzte vegetative. Von den Eiern der Amphibien und Vögel ist diese Thatsache schon seit Langem bekannt. Von den Lungenschnecken des Süsswassers habe ich sie schon an einem anderen Orte hervorgehoben.[1] In der allerschönsten und auffallendsten Weise tritt sie aber bei Acera hervor. Die Furchung dieser Schnecke bietet eine auffallende Aehnlichkeit mit jener von Aplysia dar, und man darf daher erwarten, dass auch bei dieser dasselbe Verhalten vorkomme. Die Beobachtung des Furchungsprocesses von Acera wird auf späteren Stadien ausserordentlich schwierig und es gelingt nur mit vieler Mühe und Ausdauer, sich eine genaue Vorstellung von den einzelnen Furchungsstadien zu bilden; der Grund dieser Schwierigkeit liegt aber nicht so sehr darin, dass es an und für sich schon eine mühevolle Sache ist, sich ein getreues Bild von der Zahl, Grösse und Lagerung der einzelnen Furchungskugeln auf späteren Stadien zu entwerfen, sondern vielmehr darin, dass jedesmal, sobald man den Objectträger mit dem Präparate umkehrt, um dieses auch von der andern Seite zu betrachten, fast sämmtliche, am Objectträger befindlichen Eier gleichzeitig diese Bewegung mitmachen und zwar immer in der Weise, dass der, sich schneller furchende animale Pol mit den kleineren Furchungskugeln nach oben zu liegen kommt. — Was endlich noch die Muscheln betrifft, so scheint sich auch hier ein ähnliches Verhalten vorzufinden; allerdings wird eine directe Beobachtung an den Eiern dieser Thiere durch den Umstand bedeutend erschwert, dass die Keime, wenn man sie isolirt, sehr rasch absterben und zu Grunde gehen; doch glaube ich aus der Thatsache, dass auch hier regelmässig die

[1] C. Rabl, „Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten“. Jen. Zeitsch. f. Nat., IX. Bd., II. Heft, 1875, p. 223.

„Richtungsbläschen“ an jener Stelle des Keimes gelegen sind, die von den kleinsten und flachsten Zellen eingenommen wird, den Schluss ziehen zu dürfen, dass auch bei den Muscheln der animale Keimpol specifisch leichter, als der vegetative ist.

Nun ist es aber klar, dass der specifisch leichtere Pol des Keimes jedesmal, wenn das Ei längere Zeit in Ruhe gelassen wird und seine Gleichgewichtslage ungestört bleibt, nach oben zu liegen kommt und dass also die daselbst gelegenen Zellen unmittelbar an die Eimembran anstossen und in Folge dessen einen Druck erleiden, der, wenn er ununterbrochen fortwirkte, nothwendig den Keim in seiner normalen Entwicklung hindern müsste. Zur Verminderung dieses Druckes schieben sich nun nach unserer Ansicht die „Richtungsbläschen“ gleichsam als elastische Ballen zwischen Keim und Eimembran ein und halten dadurch die aus einem solchen beständigen Drucke nothwendig erwachsenden Schädlichkeiten von jenem nach Kräften ferne. Demnach hätten wir also in den „Richtungsbläschen“ nichts weiter, als durch Anpassung an die ungleiche Dotterfurchung erworbene Schutzorgane des Embryo zu erblicken.[1])

Wir kommen nun auf die Nemertinen[2]) und Ascidien[3]) zurück, bei denen sich, wie gesagt, neben gleichmässiger oder primordialer Furchung „Richtungsbläschen“ vorfinden. Diese Thatsache scheint auf den ersten Blick unsere Ansicht von der Bedeutung der „Richtungsbläschen“ völlig umzustossen. Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass sie nicht nur nicht gegen unsere Ansicht spricht, sondern vielmehr als ein neuer Beweis für ihre Richtigkeit angesehen werden kann. Wir finden nämlich, dass die „Richtungsbläschen“, welche bei den Ascidien als „Testazellen“ oder „Testatropfen“ (Semper) bezeichnet werden, nicht, wie bei den Eiern mit inaequaler Furchung nur in sehr beschränkter Anzahl, sondern vielmehr in sehr grosser austreten und dass ferner ihre Aus-

[1]) Dieselbe Ansicht habe ich schon früher ausgesprochen: l. c., p. 223.

[2]) Georg Dieck, „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Nemertinen“. Jen. Zeitschr. für Nat. VIII, 4. Heft, 1874, p. 500.

[3]) Vgl. ausser Semper, „Ueber die Entstehung der geschichteten Cellulose-Epidermis der Ascidien“ noch O. Hertwig, „Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Cellulose-Mantels der Tunicaten“. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1871, VII. Bd., sowie A. Kowalevsky, „Entwicklungsgeschichte der einfachen Ascidien“. Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg, Tome X, Nr. 15, 1866.

trittsstellen keineswegs genau bestimmt, sondern vielmehr ausserordentlich verschieden, ja gewissermassen beliebig sind. Nun sind aber auch die Bedingungen, unter denen die Furchung verläuft, bei den Nemertinen und Ascidien nahezu die gleichen und weichen von denen bei anderen Thieren mit primordialer Furchung auffallend ab. Diese Thatsache ist um so interessanter, als die beiden genannten Thierclassen durchaus keine nähere Verwandtschaft mit einander besitzen; es geht daraus zugleich hervor, dass in den sog. „Testatropfen" sicher nur Anpassungscharaktere vorliegen können. — Vor Allem müssen wir hervorheben, dass sowohl bei den Nemertinen, als bei den Ascidien die den Keim umgebende Hülle eine doppelte ist und dass die innere der beiden Hüllen dem Keime ziemlich enge anliegt, so dass nur eine geringe Menge flüssigen Eiweisses zwischen Keim und innerer Hülle Platz findet.[1]) Es ist daher einleuchtend, dass der, nach allen Richtungen hin gleich schwere Keim hier grössere Gefahr läuft, an die Eimembran anzustossen, als dies bei anderen Keimen mit primordialer Furchung (z. B. bei jenen des Amphioxus) der Fall ist. Aber eben deshalb, weil der Keim nach allen Richtungen hin gleich schwer ist, mussten sich, um ihn vor Druck zu schützen, zahlreiche, gleichmässig nach allen Richtungen hin vertheilte „Richtungsbläschen" entwickeln.

Die Frage, ob und wie sich unsere Ansicht von der Bedeutung der „Richtungsbläschen" mit einem etwaigen Zusammenhange zwischen Keimbläschen und „Richtungsbläschen" in Einklang bringen lasse, müssen wir vorderhand noch offen lassen. Vor Allem wäre zu bedenken, ob nicht möglicherweise bei den Eiern mit primordialer Furchung das Keimbläschen zwar ausgetrieben, aber bald darauf, weil unnütz, im Eiweiss wieder aufgelöst werden könnte, wogegen es bei den Eiern mit inaequaler Furchung noch einige Zeit als Schutzorgan bestehen bliebe. Allerdings bleibt dann das Verhalten der Ascidien- und Nemertineneier noch unaufgeklärt.

---

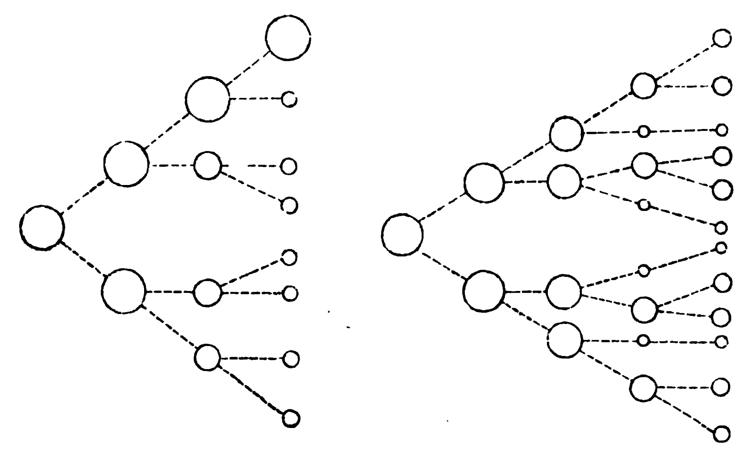
[1]) Bekanntlich gibt Kowalevsky an, dass bei den Ascidien der Keim von einer „Schicht von Gallerte" (l. c., p. 2) umgeben werde und dass ausser dieser Gallertschichte keine eigentliche Dotterhaut vorkomme. Dagegen haben Hertwig und später Semper gezeigt, dass diese Gallertschichte „eher flüssig ist, da die scheinbar zelligen Elemente (die Testatropfen) in ihr leicht hin- und herschwanken" (Semper, l. c., p. 3). Nach aussen wird sie von einer zarten Dotterhaut umschlossen (Semper, p. 3).

2) **Die Eifurchung und ihr Verhältniss zu den anderen Arten inaequaler Furchung.** Was zunächst das Verhältniss der Furchung der Muscheln zu jener der Gastropoden betrifft, so können wir es am besten durch folgende Schemata zur Anschauung bringen:

Furchungs-Schema

der

Muscheln: **Schnecken:** [1])



Schon ein flüchtiger Blick auf diese beiden Schemata genügt, um sich von der grossen Verschiedenheit derselben zu überzeugen. Dies ist um so interessanter, als bekanntlich die beiden Thier-

[1]) Dieses Schema wurde entworfen, noch bevor ich die wichtigen Arbeiten Fol's über die Entwicklung der Pteropoden und Heteropoden („Études sur développement des Mollusques: Sur le développement des Ptéropodes". Arch. de Zoologie experim. par Lacaze-Duthiers 1875, Nr. 1 et 2; und: „Sur le développement des Hétéropodes", Compt. rendus 1875, Tome LXXXI, p. 472—74) kannte. Ich war daher sehr erfreut, als ich aus den Untersuchungen dieses trefflichen Forschers ersah, dass die Furchung der Pteropoden und Heteropoden der Hauptsache nach vollkommen mit jener der übrigen Gastropoden übereinstimmt. Denn wie schon Fol mit Recht hervorgehoben hat, liegt das Wesentliche der Furchung der Gastropoden lediglich in dem constanten Vorkommen der vier kleinen, unter sich stets gleich grossen, aus der Achttheilung hervorgegangenen Zellen. Uebrigens stimmt unser Schema auch bis in's Detail mit der Furchung von Limnaeus, Planorbis, Doto u. A. überein und weicht von derjenigen der übrigen Gastropoden, hinsichtlich welcher ich als Haupttypen Paludina imp., Acera und Cavolinia nenne, nur mit Rücksicht auf die grösseren Furchungskugeln ab.

classen, deren Furchung sie uns vor Augen führen sollen, im Systeme in der nächsten Nähe neben einander stehen.

Zur Aufstellung der beiden Schemata halten wir uns nach allen bisherigen Beobachtungen, soweit dieselben Berücksichtigung verdienen, vollkommen berechtigt. Dass wir hiebei solchen Angaben, wie sie z. B. Forel hinsichtlich der Muscheln, oder v. Ihering hinsichtlich der Schnecken macht, keinen Werth beilegen können, versteht sich von selbst.

Was zunächst das Furchungsschema der Muscheln angeht, so ergibt sich dasselbe nicht blos aus meinen und Flemming's Beobachtungen an Unio und Anodonta, sondern auch aus jenen Lovén's[1]) an Cardium und Crenella. Auch habe ich selbst noch zwei Furchungsstadien von Cyclas beobachtet, welche aufs deutlichste erkennen lassen, dass auch hier derselbe Furchungs-Modus obwaltet. Das eine derselben habe ich auf Taf. XII, Fig. 58 abgebildet; es entspricht genau dem auf Taf. X, Fig. 19 von Unio abgebildeten. Es ist dieser Fall namentlich deshalb interessant, weil fast die ganze übrige Entwicklung von Cyclas möglichst weit von jener von Unio und Anodonta abweicht. [2])

Was fürs zweite das Furchungs-Schema der Gastropoden betrifft, so berrechtigen mich zur Aufstellung desselben namentlich meine in Triest angestellten Beobachtungen an Doto, Tergipes, Aeolis, Acera und anderen. Bei allen diesen lässt sich die Furchung, wenn sie auch äusserlich noch so verschieden erscheint, ganz leicht und ungezwungen auf das oben angegebene Schema zurückführen. Leider kann ich hier auf diesen Gegenstand nicht näher eingehen, hoffe aber in einer späteren Abhandlung meine Beobachtungen genauer auseinandersetzen zu können. Hier möchte ich nur erwähnen, dass sich in der Classe der Gastropoden ein allmählicher und stufenweiser

---

[1]) In dieser Beziehung, sowie auch hinsichtlich der Mytilaceen und Teredo, verweise ich auf Flemming, l. c, p. 81. Derselbe gibt auf Taf. I, Fig. 28 nach Lovén vier Furchungsbilder von Cardium. Er bemerkt ausdrücklich, dass „die Uebereinstimmung zwischen dem Furchungsvorgang bei Cardium, wie ihn Lovén schildert, und dem bei den Najaden im hohen Grade auffallend“ sei.

[2]) Es muss bemerkt werden, dass bei dem Furchungsschema der Muscheln die untere der beiden, aus der Zweitheilung hervorgegangenen Zellen etwas zu gross ausgefallen ist. Uebrigens wird das Schema noch einige Verbesserung erfahren müssen.

Uebergang von den Formen mit regelmässiger Blastosphaera-Einstülpung (Gastrulabildung durch Embolie, Bildung einer „Archigastrula") bis zu jenen mit sogenannter Umwachsung (Gastrulabildung durch Epibolie, Bildung einer „Amphigastrula") nachweisen lasse. An dem einen Ende der Reihe stehen Limnaeus und die anderen Süsswasser-Pulmonaten, darauf folgen Doto, Tergipes, Aeolis und ihre Verwandten, auf diese Trochus, Entoconcha, Paludina impura, Helix? und andere, sodann Acera, Aplysia und vielleicht noch einige andere Pleurobranchier und am Schlusse Purpura mit ihren Verwandten. Den ursprünglichsten Furchungsmodus scheint Limnaeus beibehalten zu haben, wie es denn überhaupt eine allgemein anerkannte und bereits von Fritz Müller[1]) hervorgehobene Thatsache ist, dass die Bewohner des süssen Wassers in vielen Punkten ihrer Organisation und Entwicklung viel ursprünglichere und einfachere Zustände aufweisen, als ihre nächsten Verwandten im Meere.[2])

---

[1]) Fritz Müller, „Für Darwin", Leipzig 1864.

[2]) Die Entwicklungsgeschichte der Süsswasser-Pulmonaten wurde seit der Veröffentlichung meiner Beobachtungen nur von H. Fol untersucht („Sur le développement des Gastéropodes pulmonés", Comptes rendus, 1875). Ueber die Dotterfurchung und die Bildung der beiden primären Keimblätter bemerkt dieser treffliche Forscher: „La segmentation a lieu d'une manière conforme à ce qui s'observe chez les Hétéropodes. Chez tous, il y a segmentation totale, menant à la formation d'une blastosphère dont la moitié nutritive, composée d'éléments plus gros et plus riches en protolécithe, s'invagine dans l'autre moitié." Mit anderen Worten: Fol bestätigt die von mir gemachte Angabe, dass bei Limnaeus und den übrigen Süsswasser-Pulmonaten eine Invaginationsgastrula vorkomme und findet nur insofern eine Berichtigung für nöthig, als nach ihm die Blastosphaera nicht, wie ich gefunden zu haben glaubte, aus nahezu gleich grossen Zellen zusammengesetzt ist, sondern vielmehr die nutritive (vegetative) Hälfte derselben aus grösseren und körnchenreicheren Elementen besteht, als die entgegengesetzte animale. Nun tritt aber Herm. v. Ihering („Ueber die Ontogenie von Cyclas und die Homologie der Keimblätter bei den Mollusken", Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVI) mit der Behauptung auf, Fol habe meine Angabe „als verkehrt" bezeichnet; er sagt: „Ob die Darlegung Rabl's, welche auch von Fol als verkehrt bezeichnet wird, richtig ist, oder diejenige von Ganin und Ray-Lankester (— Umwachsung der grossen Zellen durch die kleinen —), werden erst weitere Untersuchungen zeigen müssen" (p. 426). Das ist denn doch empörend! Schopenhauer — wenn ich mich anders recht entsinne — bemerkt einmal, dass es auch falsche Citate ohne „Gänsefüsse" gebe, welche ebenso verwerflich seien, als jene mit solchen. Es bleibt dem Urtheile der Leser überlassen, zu entscheiden, ob die Worte v. Ihering's

Diese Uebereinstimmung im Furchungs-Modus berechtigt uns zu dem Schlusse, dass die Stammeltern der Gastropoden eine Furchung besessen haben, welche sich ganz leicht und ungezwungen in jenes oben angegebene Schema würde einreihen lassen.

Wenn nun auch die Beobachtungen über die Furchung der Muscheln viel spärlicher sind, als jene hinsichtlich der Schnecken so scheint doch schon jetzt der Schluss nicht mehr ganz ungerechtfertigt zu sein, dass auch die gemeinsamen Vorfahren der Lamellibranchiaten eine, jener der heute lebenden Muscheln ganz ähnliche Furchung besessen haben.

Ueberhaupt scheint es nach allen bisherigen Beobachtungen nicht unwahrscheinlich zu sein, dass jede mehr oder weniger scharf umschriebene Thiergruppe ein gemeinsames für alle Glieder dieser Gruppe giltiges Furchungs-Schema besitze, und dass es daher durchaus nicht undenkbar sei, dass man künftig einmal aus der grösseren oder geringeren Uebereinstimmung im Furchungsprocesse auf eine engere oder weitere Verwandtschaft zweier oder mehrerer Thierformen werde schliessen können.

Von diesem Standpunkte aus muss ich es als ein dringendes Erforderniss bezeichnen, dass man bei entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen auch die Furchung möglichst genau beobachte und nicht, wie es meistens geschieht, mit ein paar kurzen Worten darüber hinweggehe. Ich muss daher vollkommen den Worten Flemming's beistimmen, dass es nur als ein Zeichen von leichtfertiger Beobachtung angesehen werden könne, wenn der Furchungsprocess mit den Worten: „die Furchung verläuft in der gewöhnlichen Weise", „bietet nichts Besonderes", „nachdem sich der Dotter in eine Anzahl gleicher Kugeln getheilt hat" u. dgl. abgefertigt wird. —

Die Furchung der Muscheln bietet uns aber auch noch in einer anderen Hinsicht ein sehr hohes Interesse dar. Wir haben nämlich gesehen, dass schon ausserordentlich frühzeitig, — noch lange vor der Bildung der Keimblätter-Anlagen, — eine Differenzirung in den Furchungskugeln auftritt, die immer weiter und

---

in diese Kategorie falcher Citate gehören. — Uebrigens werde ich noch in einer späteren Abhandlung Gelegenheit finden, auf die sonderbaren Behauptungen und wunderlichen Hypothesen dieses Beobachters zurückzukommen.

weiter schreitet und schliesslich dazu führt, dass die ganze Anlage des Entoderms und Mesoderms zusammengenommen nur als eine einzige grosse Zelle erscheint, während alle anderen Furchungskugeln lediglich die Bausteine des äusseren Keimblattes liefern. Es tritt uns dabei sofort die Frage entgegen, ob und wie wir uns wohl eine so weit gehende und schon so frühzeitig auftretende Differenzirung erklären können. Diese Frage hängt offenbar aufs innigste mit der Frage nach der Entstehung der inaequalen Furchung überhaupt zusammen. Wenn nun auch eine umfassende Antwort auf diese Frage heute wohl noch kaum zu geben ist, so glauben wir doch schon jetzt Einiges mit mehr oder weniger grosser Sicherheit behaupten zu dürfen.

Zunächst müssen wir hervorheben, dass die inaequale Furchung im Grunde genommen nur in einer schon sehr frühzeitig auftretenden Differenzirung der Embryonal-Zellen, in einem frühzeitigen Auseinandergehen derselben nach ihrer Form und späteren Function, besteht. Fürs zweite müssen wir darauf hinweisen, dass, je frühzeitiger eine Differenzirung in den Formelementen des Embryo auftritt, um so leichter eine Abkürzung oder Beschleunigung des Entwicklungsganges stattfinden könne; denn während sich die einen Zellen nach irgend einer bestimmten Richtung weiter entwickeln und weiter differenziren, können die anderen, mehr oder weniger unabhängig von jenen, gleichfalls mit grösserer Schnelligkeit eine höhere Entwicklungsstufe erreichen, als dies im entgegengesetzten Falle möglich wäre. Endlich drittens wird es wohl kaum einem ernstlichen Zweifel unterzogen werden können, dass eine Abkürzung der ursprünglichen Entwicklungsdauer nicht blos für die sich entwickelnden Embryonen selbst, sondern auch für die Species, denen sie angehören, von Vortheil ist. Denn je kürzer die Entwicklung dauert und je früher die Embryonen zu selbstthätigem Leben heranreifen, desto grösser wird auch ihre Aussicht auf Erfolg und glücklichen Fortgang im Kampfe gegen ihre Nebenbuhler und gegen die auf sie eindringenden feindlichen Einflüsse sein. Mit anderen Worten, die Embryonen haben, wie zuerst Darwin hervorgehoben und erst jüngst wieder Balfour nachdrücklich betont hat, einen eben so schweren und hartnäckigen Kampf um ihre Existenzbedürfnisse zu führen, wie die erwachsenen Thiere. Dieser Kampf beginnt mit dem Augenblicke, als der Keim vom mütterlichen Organismus sich löst und einen mehr

oder weniger selbstständigen Entwicklungsgang einschlägt.

Aus dem Gesagten ergibt sich mit Nothwendigkeit der Schluss, dass erstens die inaequale Furchung dem sich entwickelnden Embryo einen Vortheil gewährt, und dass zweitens dieser Vortheil um so grösser ist, je frühzeitiger sich eine Ungleichheit in den Furchungsproducten bemerkbar macht. —

Dass in der That die Entwicklung um so rascher vor sich gehen könne, je frühzeitiger eine Differenzirung in den Formelementen des Embryo auftritt, geht aus zahlreichen Beobachtungen auf das bestimmteste hervor. Nehmen wir, um nur ein einziges Beispiel dieser Art anzuführen, auf der einen Seite die Furchung der Muscheln, wie sich uns dieselbe bei unseren Beobachtungen darbot, und auf der anderen die Furchung und Keimblätterbildung der Ascidien, wie sie uns durch die wichtigen Untersuchungen Kowalevsky's bekannt geworden sind. Bei den Muscheln sehen wir schon sehr frühzeitig eine Differenzirung in den Furchungselementen auftreten und im engen Anschlusse daran eine Blastosphaera sich entwickeln, deren Wand bereits aufs deutlichste die Anlagen der künftigen Keimblätter erkennen lässt. Bei den Ascidien dagegen geht die Furchung vollkommen gleichmässig von Statten, sämmtliche Formelemente des Embryo haben die gleiche Grösse und Form und die aus ihnen sich bildende Blastosphaera lässt keinen Unterschied in den Bausteinen ihrer Wandung erkennen. Die Folgen dieser ungleichen Entwicklung treten schon auf dem nächsten Stadium unverkennbar zu Tage. Bei den Muscheln erscheinen alle drei Keimblätter gewissermassen auf einen Schlag; es bildet sich aus der Blastosphaera keine Archigastrula, auch keine vollkommen reine Amphigastrula, sondern sogleich ein bereits mit den Anlagen einer Muskulatur ausgestatteter Embryo. Bei den Ascidien dagegen bildet sich aus der vollkommen gleichmässig gebauten Blastosphaera eine vollkommen regelmässige, reine Archigastrula; die Muskulatur, die der Muschel-Embryo auf diesem Stadium schon besitzt, erhält der Embryo der Ascidien erst viel später. —

Diese ausserordentliche Zusammenziehung der Entwicklung, wie sie uns in der Furchung und Keimblätterbildung der Muscheln entgegentritt, ist aber noch deshalb von Interesse, weil sie uns an ähnliche, wenn auch meist nicht so scharf ausgesprochene Verhältnisse bei den übrigen Metazoën erinnert. Auch

hier tritt uns immer und immer wieder die schon von vielen Forschern [1]) hervorgehobene, aber nie gehörig gewürdigte Thatsache entgegen, dass die Entwicklung während der ersten Stadien einen verhältnissmässig viel rascheren Schritt geht, als auf den späteren, und dass gerade die phylogenetisch wichtigsten Vorgänge mit der grössten Schnelligkeit verlaufen. Ja es scheint, dass es sich zu einem für alle Metazoën giltigen Satze erheben lasse, dass die Dauer der ontogenetischen Entwicklungsvorgänge im umgekehrten Verhältnisse zur Dauer der entsprechenden phylogenetischen Vorgänge stehe. Bei der Entwicklung mittelst Metamorphose und bei den verschiedenen Arten der Metagenese erleidet dieser Satz selbstverständlich einige durch die gestörten Entwicklungsverhältnisse verursachte Modificationen, ohne jedoch in seiner fundamentalen Bedeutung eine Einbusse zu erleiden.

3) Bei der Beobachtung der Entwicklungsgeschichte der Muscheln schien mir von allem Anfang an die Bildungsweise der Keimblätter der bei weitem wichtigste und bedeutungsvollste Vorgang zu sein. Ich habe daher gleich bei Beginn meiner Beobachtungen auf diesen Gegenstand mein Hauptaugenmerk gerichtet. Da ich aber anfangs für eine Abspaltung des mittleren Keimblattes von einem der beiden primären Blätter, wie dieselbe von den meisten Embryologen für die Mehrzahl der Thiere gegenwärtig angenommen wird, etwas voreingenommen war, so wird man es begreiflich finden, dass ich nicht wenig darüber in Erstaunen gesetzt wurde, meine vorgefasste Meinung

---

[1]) Man vergleiche in dieser Hinsicht namentlich Heinrich Rathke, „Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere", 1861. Die Worte dieses Forschers fallen hier um so mehr in's Gewicht, als sie zu einer Zeit gesprochen wurden, wo man von den Kämpfen und Streitigkeiten der Anhänger und Gegner der heutigen Entwicklungstheorien wohl noch keine Ahnung hatte. Rathke sagt unter Anderem: „Unter den Vertebraten eilen die Säugethiere am schnellsten über ihre niederen Entwicklungsstufen hinweg, schneller sogar als die Vögel, d. h. es werden bei ihnen im Verhältniss zu der ganzen Dauer ihrer Entwicklung die Organe, welche ihnen mit anderen Thieren gemeinsam zukommen, in der kürzesten Zeit nach einander angelegt und demnächst, wenn sie verbleiben sollen, dem inneren Baue nach auch in der kürzesten Zeit bis zu einem recht hohen Grade der Entwicklung ausgebildet, wenn sie aber wieder vergehen sollen, weil sie zwar gemäss dem für die Wirbelthiere geltenden allgemeinen Plane auftreten mussten, doch durch das Hinzukommen anderer überflüssig gemacht wurden, auch am schnellsten und rühesten der Resorption preisgegeben" (p. 73).

durch meine eigenen Beobachtungen nicht bestätigt zu finden. Da man aber bekanntlich eine einmal gefasste Meinung nicht so leicht wieder fahren lässt, so wollte auch ich lieber an einen Beobachtungsfehler, wie ja ein solcher gerade bei embryologischen Arbeiten sehr leicht möglich ist, glauben, als dass ich meine Ansicht, die zu allen theoretischen Betrachtungen so schön zu passen schien, so leichtlich wieder aufgegeben hätte. Ich fing daher meine Beobachtungen wieder von vorne an. Aber auch dieses Mal ergab sich mir dasselbe Resultat. Dadurch wurde meine früher gefasste Meinung schon etwas erschüttert. Aber erst als sich mir nach mehrtägigem, je zehn- bis elfstündigem Beobachten, wobei alle Vorgänge buchstäblich unter meinen Augen abliefen, immer und immer wieder dasselbe Resultat ergab, liess ich endlich meine vorgefasste Meinung fallen.

Diese rein persönlichen Bemerkungen sollen blos zeigen, dass ich die im Folgenden auseinandergesetzten Betrachtungen und Schlüsse erst nach eingehender und sorgsamer Prüfung der Thatsachen, auf welche sie aufgebaut sind, gezogen habe. Es wird sich, wie ich hoffe, zeigen, dass die Deutung, welche ich meinen und den ähnlichen Beobachtungen Anderer gebe, viel einfacher und ungezwungener ist, als alle früheren Erklärungen, welche sich hauptsächlich auf vergleichend-anatomische und weniger auf entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen stützten.

Bevor wir aber zu einer Besprechung der Bedeutung unseres Gegenstandes übergehen, wollen wir uns noch kurz die Genese der drei Bestandtheile der Blastosphaera in's Gedächtniss zurück rufen. Wir müssen dabei von dem auf Taf. X, Fig. 15 und 16 abgebildeten Stadium ausgehen. Der Embryo stellt eine länglichrunde Blase dar, deren einen Pol eine an Grösse alle anderen Embryonal-Zellen übertreffende Kugel einnimmt, während der andere Pol und die Seitenwände der Blase von kleineren, ziemlich gleichförmigen Elementen zusammengesetzt werden. Wenn wir damit das auf Taf. XI, Fig. 24 und 25 abgebildete Stadium vergleichen, das wir, weil der Einstülpung unmittelbar vorausgehend, als „Blastosphaera" bezeichnet haben, so finden wir, dass die grosse Furchungskugel am vegetativen Keimpol in eine Anzahl länglicher Zellen zerfallen ist, von denen zwei sowohl durch ihre bedeutendere Grösse, als auch durch ihre Lage an der Uebergangsstelle der grossen Zellen zu den kleinen sofort in die Augen springen. Diese beiden, symmetrisch rechts und links von der Sagittalebene gelegenen Zellen sind es, welche als

die Bildungsheerde des mittleren Keimblattes unsere vollste Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Was die beiden anderen Keimblätter betrifft, so entwickelt sich das innere durch Einstülpung der hohen, von der grossen Zelle am vegetativen Pol abstammenden Cylinderzellen; das äussere dagegen aus dem ganzen übrigen, aus kleineren Zellen zusammengesetzten Theil der Blastosphaera. Ueber die Bedeutung dieser beiden primären Keimblätter wollen wir, da bereits von anderer Seite[1]) viel darüber verhandelt wurde, nicht weiter sprechen. Dagegen müssen wir uns auf eine Betrachtung des mittleren Keimblattes etwas näher einlassen.

Das mittlere Keimblatt entsteht also nach unseren Auseinandersetzungen aus zwei, am Mundrande der Gastrula gelegenen Zellen, deren Verwandtschaft zu den Zellen des inneren Blattes eine viel innigere ist, als zu jenen des äusseren. Die Lage dieser zwei Zellen ist in Bezug auf die Körperaxen des Embryo eine seitlich-symmetrische.

Diese eigenthümliche Bildungsweise des mittleren Keimblattes wäre nun von gar keinem weiteren Belang, wenn sie ganz vereinzelt dastünde und keinen Vergleich mit der Bildungsweise desselben Keimblattes bei anderen Thieren zuliesse. Wenn man nun aber die entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten der letzteren Zeit, soweit dieselben auf die Keimblätter-Theorie Rücksicht nehmen, der Reihe nach durchgeht, so findet man, dass ganz dieselbe Bildungsweise des Mesoderms auch bei sehr weit abstehenden Thieren aus anderen Classen beobachtet wurde und dass, was das Wichtigste ist, jeder Stamm der Bilaterien, von den Würmern angefangen bis zu den Wirbelthieren, zum mindesten je einen Fall aufweisen kann, an dem diese Beobachtung angestellt wurde. Wer die betreffenden Arbeiten aufmerksam liest und mit den anderen embryologischen Arbeiten, welche sich auf die Bildung des mittleren Keimblattes näher einlassen, vergleicht, kann sich des Gefühles nicht erwehren, dass gerade diese Beobachtungen am meisten Vertrauen verdienen und kaum einen Zweifel an ihrer Richtigkeit aufkommen lassen.

---

[1]) Siehe Haeckel, „Die Gastraea-Theorie" etc. Jen. Zeitschrift für Naturw., VIII. Band, 1. Heft 1874 und Haeckel, „Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere". Jen. Zeitschrift für Naturw., IX. Band, 3. und 4. Heft, 1875.

Was zunächst die Würmer betrifft, so wurde die Bildung des Mesoderms vom Mundrande der Gastrula aus, bisher in zwei Fällen beobachtet. Der eine betrifft Lumbricus, dessen Entwicklung Kowalevsky [1]) und schon früher, jedoch viel weniger genau Ratzel und Warschawsky [2]) beobachtet haben, der andere Cucullanus, dessen früheste Entwicklungsstadien erst vor Kurzem Bütschli [3]) einer genauen und aufmerksamen Untersuchung unterzogen hat. — Bei Lumbricus ist es nach Kowalevsky jederseits die dritte Zelle des Entoderms, vom Mundrande der Gastrula an gezählt, die zu Mesodermzelle wird. [4]) Bei Cucullanus zeichnet Bütschli das Mesoderm mit der ersten Entoderm-Zelle in Zusammenhang [5]) und bemerkt dazu: „Von principieller Bedeutung ist nun wieder die Entstehung des mittleren Blattes. Ich hatte längere Zeit geglaubt, dass dasselbe durch einen im vorderen Abschnitt des inneren Blattes statthabenden Faltungsprocess sich anlege, musste diese Ansicht jedoch bei näherer Einsicht fallen lassen. Das mittlere Blatt nimmt jedenfalls seinen Ursprung von einigen ganz dicht an der Mundöffnung gelegenen Zellen des inneren Blattes und wächst von hier nach dem Schwanzende hin“. [6]) Desgleichen hält es Bütschli für wahrscheinlich, dass auch bei Oxyuris Diesingi ein ganz ähnliches Verhalten obwalte, wo nach seinen Untersuchungen das mittlere Keimblatt gleichfalls anfangs nur den vorderen Abschnitt des Körpers durchzieht. Bütschli macht ferner noch ausdrücklich auf die grosse Aehnlichkeit dieser Entwicklung mit jener von Lumbricus, wie sie Kowalevsky beschrieben hat, aufmerksam.

In ähnlicher Weise scheint auch bei den Echinodermen die Bildung des mittleren Keimblattes zu erfolgen. Wenigstens sprechen dafür die erst jüngst veröffentlichten Untersuchungen

---

[1]) Kowalevsky, „Embryol. Studien“, Mém. de l'Acad. de St.-Pétersb., XVI, Nr. 12, 1871

[2]) Fritz Ratzel und M. Warschawsky, „Zur Entwicklungsgeschichte des Regenwurms (Lumbricus agricola Hoffm.)“. Zeitschr. für wiss. Zool. 1868, XVIII. Band. Ratzel brachte bereits die beiden grossen Mesoderm-Zellen in enge Verbindung mit dem Primitivstreifen und war der Ansicht, dass sich dieser aus jenen entwickelt habe (p. 557).

[3]) O. Bütschli, „Zur Entwicklungsgeschichte des Cucullanus elegans Zed.“ Zeitschr. für wiss. Zool., XXVI. Band.

[4]) A. Kowalevsky, l. c., Taf. VI, Fig. 10.

[5]) O. Bütchli, l. c., Taf. V, Fig. 8.

[6]) Derselbe, l. c., p. 108.

Selenka's an Cucumaria[1]) und Holothuria tubulosa.[2]) Diese Untersuchungen sind um so wichtiger, weil sie die einzigen sind, die wir über die Entwicklung des Mesoderms bei den Echinodermen besitzen, und weil uns die Beobachtungen Kowalevsky's[3]) und Metschnikoff's[4]) hierüber völlig im Dunkeln lassen. Auch glauben wir dieselben noch deshalb hervorheben zu müssen, weil die Resultate augenscheinlich eine grosse Aehnlichkeit mit den von uns bei Unio gewonnenen besitzen. Nach Selenka geht nämlich bei Holothuria tubulosa aus der Furchung, welche „anfangs eine scheinbar regelmässige" ist, eine einschichtige Blastosphaera hervor, deren Wand an einer Stelle eine geringe Verdickung zeigt. Aus dieser verdickten Stelle treten einige wenige Zellen in die Furchungshöhle aus und geben dem Mesoderm den Ursprung. Die übrigen Zellen der verdickten Stelle werden in das Innere der Furchungshöhle eingestülpt und entwickeln sich zum Entoderm.[5])

Auch hinsichtlich der Arthropoden fehlen ähnliche Beobachtungen nicht. Namentlich verdienen hier die Untersuchungen Bobretzky's[6]) an Astacus und Haeckels[7]) an Peneus hervorgehoben zu werden. Beide stimmen im Wesen mit einander überein. Sowohl bei Astacus, als bei Peneus treten die ersten Mesoderm-Zellen am Mundrande der Gastrula auf; bei dem ersteren zeichnet sogar Bobretzky einige Zellen des Mundrandes noch in der Theilung begriffen, so dass wohl kaum an der Richtigkeit

---

[1]) Selenka, Vorläufige Mittheilung über die Entwicklungsgeschichte von Cucumaria doliolum; aus den Sitzungsberichten der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. Sitzung vom 14. Juni 1875.

[2]) Selenka, „Zur Entwicklung von Holothuria tubulosa; ein Beitrag zur Keimblätter-Theorie". Aus den Sitz.-Ber. der phys.-med. Societät zu Erlangen. Sitzung vom 13. December 1875.

[3]) A. Kowalevsky, „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien". Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg, Tome XI. Nr. 6, 1867.

[4]) Elias Metschnikoff, „Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen". Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg, Tome XIV, Nr. 8, 1869.

[5]) Diese Darstellung ist nach der von Selenka über die Entwicklung der Holothuria tubulosa in der Sitzung vom 13. Dec. 1875 gebrachten Beschreibung wiedergegeben. Seine früheren Angaben stimmen nicht vollkommen mit diesen späteren überein, lassen aber auf einen ganz ähnlichen Bildungsmodus des Mesoderms bei Cucumaria schliessen.

[6]) Bobretzky, Russische Abhandlung über die Entwicklung von Astacus und Palaemon, Kiew 1873.

[7]) Ernst Haeckel, „Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere". Jen. Zeitschr. f. Naturw., IX. Band 1875. Separatabdr., p. 109.

der betreffenden Beobachtungen geweifelt werden kann.[1]) Diese in der Theilung begriffenen Zellen liegen auch hier der inneren Umrandung des Gastrula-Mundes näher, als der äusseren. — An Insekten, Myriapoden und Spinnen konnte die Entwicklung des Mesoderms bisher noch nicht mit der nöthigen Sicherheit festgestellt werden.[2])

In Beziehung auf die Mesoderm-Entwicklung bei den Mollusken verweise ich auf die im Vorausgehenden auseinandergesetzten Beobachtungen an Unio. Auch bei den Cephalopoden scheint sich ein ähnliches Verhalten vorzufinden; wenigstens glaube ich einige Bemerkungen, die sich in der, im Uebrigen durchaus unklaren und verworrenen Abhandlung Ussow's[3]) über die Entwicklung der Cephalopoden finden, in dieser Weise deuten zu dürfen.

Endlich scheinen auch bei den Wirbelthieren die Verhältnisse lange nicht so complicirt zu liegen, wie man gewöhnlich annimmt. Man muss sich nur vergegenwärtigen, dass das Mesoderm der Wirbelthiere keineswegs vollkommen dem der Wirbellosen entspricht, sondern dass es vielmehr ein historisch bereits sehr modificirtes Gebilde ist. Aus den wichtigen Untersuchungen Balfour's[4]) und Kölliker's[5]) an Haifisch- und Kaninchen-Embryonen geht nämlich hervor, dass das Mesoderm der Wirbelthiere nicht, wie jenes der Wirbellosen, aus zwei, sondern vielmehr aus drei, ursprünglich getrennt von einander

---

[1]) Bobretzky, l. c., Taf. I. Vergl. namentlich Fig. 1 A.

[2]) In Beziehung auf die von Bobretzky über Kowalevky's Beobachtungen an Insekten-Embryonen gemachten Bemerkungen verweise ich auf dessen Abhandlung: „Zur Embryologie des Oniscus murarius“. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1874, Band XXIV.

[3]) M. Ussow, „Zoologisch-embryologische Untersuchungen; I. Theil: Die Kopffüssler“. Arch. f. Naturgesch. von Dr. F. H. Troschel, 40. Jahrgang, I. Band, Berlin 1874. Wir werden auf diese „zoologisch-embryologischen Untersuchungen“ in einer späteren Abhandlung näher zu sprechen kommen. Hier möge nur bemerkt sein, dass Ussow's Auseinandersetzungeu an inneren Widersprüchen sehr gesegnet sind und dass man daher sehr weit fehlgehen würde, wenn man sie in ausgiebigerer Weise zu vergleichend-embryologischen Arbeiten benützen wollte.

[4]) Balfour, „A preliminary account of the development of the Elasmobranch fishes“; in Quarterly Journal of microscopical science; vol. XIV, London 1874, mit Taf. XIII bis XV.

[5]) A. Kölliker, „Ueber die erste Entwicklung des Säugethier-Embryo“ im IX. Bande der Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. (Vorgetragen in der Sitzung vom 20. November 1875.)

entstandenen Theilen besteht, von denen nur die beiden seitlichen dem Mesoderm der Wirbellosen homologisirt werden können, wogegen der mittlere ein, den Wirbelthieren allein charakteristisches und sie von den Wirbellosen unterscheidendes Gebilde vorstellt. Wenn daher bei den höheren Wirbelthieren das Mesoderm in der Mittellinie mit dem äusseren und inneren Keimblatte verschmilzt, so kann dieses Verhalten höchstens für die Entwicklung des mittleren, dem Axenstrange His' ungefähr entsprechenden Theiles des Mesoderms von Belang sein, keineswegs dagegen für jene der beiden Seitentheile. Doch werden wir auf diesen Gegenstand weiter unten nochmals zurückkommen.

Hier möge nur erwähnt sein, dass einen ganz ähnlichen Bildungs-Modus des Mesoderms, wie wir ihn oben von den Wirbellosen beschrieben haben, Alexander Götte[1]) auch an der Unke beobachtete. Auch hier erscheinen nämlich die ersten Mesoderm-Zellen am Umschlagsrande der Gastrula, in der Nähe des Rusconi'schen Afters. Am besten ersieht man dies, wenn man seine Fig. 31 f u. f', Taf. II aufmerksam betrachtet. Ferner glauben wir hervorheben zu müssen, dass auch bei den Haifischen das Mesoderm anfangs am hinteren, aboralen Pole des Embryo, da, wo sich das äussere Keimblatt in das innere umschlägt, also am sogenannten „Randwulst" oder „Embryonalsaum" mit den beiden primären Keimblättern auf das innigste zusammenhängt. Dies geht aus den Untersuchungen Balfour's[2]), welche wohl die wichtigsten unter allen, in letzter Zeit erschienenen embryologischen Arbeiten sein dürften, auf das unzweideutigste hervor. Die Worte Balfour's lauten: „Where they join the epiblast, the *lower layer cells* become distinctly divided .... into two layers; a lower one, more directly continuous with the epiblast, consisting of cells somewhat resembling the epiblast-cells, and an upper one of more flattened cells (Pl. XIII, Fig. 4, m). The first of these forms the hypoblast, and the latter the mesoblast". [3]) — Desgleichen stehen nach Götte[4]) auch beim Forellenkeim am Randwulste alle drei Keimblätter mit einander

[1]) Alexander Götte, „Entwicklungsgeschichte der Unke (Bombinator igneus) als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere", Leipzig 1875.

[2]) Balfour, l. c., p. 336.

[3]) Balfour, „A preliminary account of the development etc.", p. 336.

[4]) A. Götte, „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere; I. Der Keim des Forelleneies". Arch. f. mikr. Anat., IX, S. 679.

in Verbindung und nach demselben Forscher scheint sich ein ganz ähnliches Verhalten auch beim Hühnchen vorzufinden. [1])

Demnach scheint die Bildung des mittleren Keimblattes bei den Wirbelthieren in der Weise zu erfolgen, dass sich zuerst die Zellen der unteren Schichte am Randwulste, der eben der Umrandung des Gastrula-Mundes entspricht, in zwei getrennte Lagen spalten, welche eben dem inneren und mittleren Keimblatte entsprechen, und dass diese Spaltung allmählich nach dem entgegengesetzten Körperende hin fortschreitet. Dies gilt jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach nur für die beiden Seitentheile des Mesoderms, während sich der in der Axe gelegene Theil auf eine andere Weise entwickelt. Während Balfour diesen lediglich vom inneren Keimblatte ableitet, nimmt nach Kölliker, Waldeyer, His u. A. auch das äussere Keimblatt Antheil an seiner Bildung; ja nach ersterem soll das ganze Mesoderm vom äusseren Keimblatte stammen. —

Aus diesen Auseinandersetzungen geht hervor, dass die Bildungsweise des mittleren Keimblattes, wie wir sie an den Embryonen von Unio beobachtet haben, keineswegs vereinzelt dasteht, sondern dass vielmehr die meisten genauen Beobachtungen auf das entschiedenste für einen ganz ähnlichen Bildungs-Modus bei den anderen Bilaterien sprechen. —

Der andere Punkt, der uns bei der Bildung des mittleren Keimblattes an Unio noch besonders interessirt, ist die seitlich-symmetrische Lagerung der ersten Mesoderm-Zellen. Ich habe bereits in einer anderen Abhandlung [2]) die hohe Wichtigkeit der seitlich-symmetrischen Anordnung des Mesoderms für alle Bilaterien auf das nachdrücklichste hervorgehoben; seitdem hat es aber, mit Ausnahme Haeckel's [3]), kein einziger Forscher der Mühe werth gehalten, der Wichtigkeit des Gegenstandes auch nur mit einem einzigen Worte zu gedenken. Ich werde daher im Folgenden eine ganz kurze Zusammenstellung derjenigen Beobachtungen geben, welche auf unseren Gegenstand Bezug haben.

---

[1]) Derselbe, „Die Bildung der Keimblätter und des Blutes im Hühnerei“. Ibid. X. Band. p. 145.

[2]) C. Rabl, „Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten“. Jen. Zeitschr. f. Naturw., IX. Band, p. 236.

[3]) E. Haeckel, „Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere“. Ebend. IX. Bd., Separatabdr., p. 101.

Was zunächst wiederum die Würmer betrifft, so muss vor Allem hervorgehoben werden, dass Kowalevsky[1]) die seitliche Symmetrie des Mesoderms bei allen von ihm auf ihre Entwicklung untersuchten Würmern gefunden hat. Sowohl bei der, durch ihre eigenthümliche Organisation so hoch interessanten Sagitta, als auch bei Lumbricus, Euaxes und dem, mit diesem nahe verwandten Tubifex stellt das Mesoderm anfangs zwei laterale Stränge dar, welche den Körper des Embryo der Länge nach durchziehen. Diese beiden Stränge sind es auch, welche man schon seit Langem unter dem Namen des „Keimstreifens" kennt, und welche wohl in derselben Weise allen Würmern zukommen dürften. Auch gibt Kowalevsky noch auf das bestimmteste an, dass er dieselbe Beschaffenheit des Keimstreifens an den Embryonen von Nephelis[2]) beobachtet habe. Desgleichen ist auch bei Clepsine[3]) die Anordnung des Keimstreifens eine seitlich-symmetrische. — Dieselbe seitliche Symmetrie des Mesoderms kommt endlich auch den phylogenetisch so hochwichtigen Ascidien zu, wie dies schon vor längerer Zeit Kowalevsky[4]) gezeigt hat.

Bei den Echinodermen wurde zwar bis jetzt die seitliche Symmetrie des Mesoderms noch nicht mit völliger Sicherheit beobachtet, scheint jedoch nach mehreren von Metschnikoff[5]) gemachten Angaben auch hier vorzukommen. Uebrigens müssen wir uns vergegenwärtigen, dass uns über die erste Mesoderm-Entwicklung bei den Echinodermen mit Ausnahme der oben angeführten Untersuchungen Selenka's noch jegliche genaue Be-

---

[1]) A. Kowalevsky, „Embryol. Studien" etc.

[2]) Ebend., p. 3.

[3]) Vergl. Charles Robin, „Mémoire sur le développement embryogénique des hirudinées"; Mém. de l'Acad. des sciences de l'institute de France, Pl. XV, Tome XL.

[4]) A. Kowalevsky, „Entwicklungsgeschichte der einfachen Ascidien". Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg. Tome X, Nr. 15, 1866. Vergl. Taf. I, Fig. 16.

[5]) Elias Metschnikoff, „Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen". Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg. Tome XIV, Nr. 8, 1869. Man vergl. namentlich den auf Taf. III. Fig. 6 abgebildeten Embryo von Amphiura squamata. Die Vermuthung, dass sich auch hier die seitliche Symmetrie des Mesoderms vorfinde, würde zur Gewissheit werden, wenn nicht auf der erwähnten Figur in der Nähe des vorderen Körperendes einige dem Entoderm aufliegende Kalkrädchen gezeichnet wären, die doch wohl nur dem Mesoderm ihren Ursprung verdanken können.

obachtungen fehlen, und wir können daher hoffen, dass auch hier ähnliche Angaben, wie sie von allen übrigen Bilaterien vorliegen, nicht ausbleiben werden.

In Beziehung auf die Arthropoden ist namentlich eine von Kowalevsky[1]) an Hydrophylus angestellte Beobachtung hervorzuheben, nach welcher auch hier auf einem frühen Embryonalstadium das Mesoderm in Form zweier, in der Medianlinie getrennter, lateraler Stränge den Körper des Embryo der Länge nach durchzieht. Auch bei den Crustaceen scheint dasselbe Verhalten obzuwalten, wie aus mehreren von Eduard van Beneden[2]) gegebenen Abbildungen geschlossen werden darf. —

Dieselbe seitliche Symmetrie des Mesoderms begegnet uns auch bei den Mollusken. Und zwar liegt hier — falls unsere Auffassung der Ray-Lankester'schen Beobachtungen an Cephalopoden richtig ist — der gewiss bemerkenswerthe Fall vor, dass sämmtliche Classen dieses Thierstammes zum mindesten ein Beispiel von seitlich-symmetrischer Anordnung des Mesoderms aufzuweisen vermögen. Was vor Allem die Brachiopoden betrifft, so ist es auch hier wieder der unermüdliche Kowalevsky[3]), dem wir die erste, hierauf bezügliche Beobachtung an Argiope Neapolitana verdanken. Sodann habe ich selbst die erste Anordnung des Mesoderms bei den Süsswasser-Pulmonaten als eine seitlich-symmetrische beschrieben.[4]) Dieselbe Beobachtung ist mir, wie ich in einer späteren Abhandlung genauer auseinander

---

[1]) Kowalevsky, „Embryol. Studien", S. 39, Taf. X, Fig. 27.

[2]) Ed. van Beneden, „Recherches sur la composition et la signification de l'œuf". Bruxelles 1870. Vergl. Taf. VIII, Fig. 11, Caligus-Embryo. Ferner:

Derselbe und E. Bessels, „Mémoire sur la formation du blastoderme". Aus den „Mém. cour. et Mém. des savants étrangers". XXIV, 1869, Taf. V. Fig. 4, Embryo von Anchorella und Fig. 14, Embryo von Clavella. Bei allen dreien, Caligus, Anchorella und Clavella, scheint das Mesoderm seitlich symmetrisch angeordnet zu sein; wenigstens darf dies aus den beiden seitlichen Verdickungen des Blastoderms, welche in ihrem Aussehen ganz dem „Keimstreifen" der Würmer gleichen, geschlossen werden. (Nebenbei möge bemerkt sein, dass man sonderbarer Weise bei den Arthropoden etwas ganz Anderes als bei den Würmern, nämlich eine am Bauche gelegene Verdickung des Ectoderms als „Keimstreif" zu bezeichnen pflegt.)

[3]) A. Kowalevsky, Russische Abhandlung über die Entwicklung der Brachiopoden, Kasan 1873.

[4]) C. Rabl, „Die Ontogenie der Süsswasser-Pulmonaten"; Jen. Zeitschr. f. Naturw. IX. Band, p. 202, 1875.

setzen werde, an Tergipes-Embryonen gelungen. In Beziehung auf die Lamellibranchiaten verweise ich auf die im Vorhergehenden auseinandergesetzten Beobachtungen an Unio. Endlich scheint auch bei den Cephalopoden dieselbe Symmetrie des Mesoderms vorzukommen; wenigstens glaube ich dies aus einem Querschnitte, den Ray-Lankester[1]) von einem Cephalopoden-Embryo giebt, folgern zu dürfen. Doch lässt sich bei genauerer Einsicht in den Text der Ray-Lankester'schen Abhandlung nicht mit Bestimmtheit sagen, ob das Mesoderm wirklich ursprünglich in dieser Lagerung auftrete, oder ob etwa jenes Durchschnittsbild die ursprünglichen Verhältnisse nicht mehr in ihrer Reinheit vor Augen führe.

Endlich sind auch hinsichtlich der Wirbelthiere in letzter Zeit drei Fälle von seitlicher Symmetrie des Mesoderms bekannt geworden. Der erste von ihnen betrifft Amphioxus, diesen letzten merkwürdigen Sprössling eines längst erloschenen Thiergeschlechtes; der zweite die Haifische, denen gleichfalls Niemand ihre hohe phylogenetische Bedeutung in Abrede stellen wird; der dritte endlich das Kaninchen, das, durch eigenthümliche glückliche Umstände geschützt, die ursprünglichen Verhältnisse treuer bewahrt zu haben scheint, als viele seiner nächsten Verwandten.

Was zunächst Amphioxus betrifft, so hat uns Kowalevsky[2]) in seinen wichtigen Untersuchungen über „die Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus" eine optische Queransicht von einem Embryo gegeben, aus der wir auf's deutlichste erkennen können, dass auch hier das Mesoderm ursprünglich in Form zweier lateraler Stränge den Körper des Embryo der Länge nach durchzieht. Leider konnte aber Kowalevsky ungünstiger Verhältnisse wegen über die erste Entstehung der bald darauf in der Mitte zwischen diesen Strängen auftretenden Chorda dorsalis nichts Sicheres in Erfahrung bringen.

Viel vollständiger sind in dieser Beziehung die schon früher

---

[1]) Ray-Lankester, „Observations on the development of the Cephalopoda". Quarterly Journal of microsc. science; January 1875.

[2]) A. Kowalevsky, „Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus". Mém. de l'Acad. de St.-Pétersbourg; Tome XI, Nr. 4, 1867. Die diesbezügliche Fig. 20, Taf. II, ist in His, „Unsere Körperform", S. 178 bei E wiedergegeben; die Copie entspricht jedoch nicht genau dem Original; dessen ungeachtet glauben wir aus Gründen der Analogie die daselbst dargestellten Verhältnisse als die ursprünglicheren ansehen zu dürfen.

hervorgehobenen Beobachtungen Balfour's [1]) an Haifisch-Embryonen. Er sagt über die ursprüngliche Anordnung des Mesoderms: „There is one peculiarity in the formation of the mesoblast, which I wish to call attention to, i. e. its formation as two lateral masses, one on each side of the middle line, but not continuous across this line (vide figs. 6a and 6b, and 7a and 7b). [2])“ Er bemerkt dazu ausdrücklich, dass dies unzweifelhaft ein sehr früher Zustand des Mesoderms sei, und erinnert zugleich an die ähnlichen Verhältnisse, welche Kowalevsky an Euaxes und Lumbricus beobachtet hat. — Zwischen diesen beiden Platten des mittleren Keimblattes, welche, wie wir weiter unten noch näher ausführen werden, offenbar den beiden Platten des Mesoderms der anderen Bilaterien homolog sind, bildet sich einige Zeit später eine dritte, in der Mittellinie des Körpers glegene und von den beiden seitlichen getrennte Platte, welche Balfour als Rückensaite oder Chorda dorsalis bezeichnet und die er vom inneren Keimblatte oder Hypoblast ableitet [3]).

Das Mesoderm der Selachier besteht somit aus drei getrennten Platten, von denen die beiden seitlichen in ihrer Entstehung der Zeit nach der mittleren voranseilen. Auch Prof. Huxley, dem Balfour seine Präparate zeigte, sprach sich entschieden zu Gunsten dieser Auffassung aus. [4])

Endlich liegt noch aus jüngster Zeit eine Beobachtung Kölliker's [5]) an Kaninchen-Embryonen vor, nach welcher auch hier anfänglich keine Chorda vorhanden ist, so dass in ähnlicher Weise, wie bei den Selachiern, die Medullarplatte anfangs unmittelbar an das Entoderm anstösst. Eine genauere Besprechung dieser wichtigen Beobachtung ist aber hier deshalb nicht am Platze, weil für die Einzelheiten der betreffenden Vorgänge von Kölliker auf die demnächst erscheinende erste Hälfte seiner Entwicklungsgeschichte verwiesen wird. —

So zahlreichen Beobachtungen gegenüber kann es wohl kaum einem ernstlichen Zweifel unterzogen werden, dass wir hier einem

---

[1]) Balfour, „A preliminary account etc.“ Microsc. Journal 1874.

[2]) Ibid., p. 335.

[3]) Ibid., p. 341, Fig. 7a und 7b, ch und ch′.

[4]) Ibid., p. 342.

[5]) A. Kölliker, „Ueber die erste Entwicklung des Säugethier-Embryo“, s. S. 43, Anm. 2. Die daselbst gemachten Angaben über den Ursprung und die Zeit der Entstehung der Chorda widersprechen einander etwas.

höchst wichtigen und bedeutungsvollen Gegenstande gegenüberstehen. Dies wird um so eher einleuchten, wenn man bedenkt, das diejenigen Punkte, auf welche es hier vorzüglich ankommt, nämlich die Bildung des Mesoderms vom Mundrande der Gastrula und die primitive Lagerung desselben zu beiden Seiten des Körpers, weder mit den Existenzbedingungen der Embryonen selbst, noch auch mit denjenigen der erwachsenen Thiere in irgend einem denkbaren Zusammenhang stehen. Wir müssen daher in der Aehnlichkeit jener Verhältnisse unbedingt den Ausdruck von gemeinsamer Vererbung erblicken und können nur dann auf ein Verständniss unseres Gegenstandes hoffen, wenn es uns gelingt, die besprochenen Erscheinungen auf phylogenetische Vorgänge zurückzuführen.

Fragen wir uns zuerst, ob und wie wir uns wohl die Bildung des Mesoderms vom Mundrande der Gastrula phylogenetisch zu erklären vermögen. Selbstverständlich müssen wir dabei von jener hypothetischen, zweischichtigen Stammform der Metazoen ausgehen, welche Haeckel mit dem Namen Gastraea oder Metazoarchus bezeichnet hat.

Das wichtigste, ja man könnte fast sagen, das einzige Bedürfniss der Gastraea wird unzweifelhaft das Nahrungsbedürfniss gewesen sein. Dies geht einerseits schon aus ihrem anatomischen Baue hervor, andererseits aber auch daraus, dass bei sämmtlichen Nachkommen der Gastraea, wie auch bei sämmtlichen Protozoen, das Bedürfniss nach Nahrung alle anderen Bedürfnisse weit überwiegt. Jede auch noch so geringe Abänderung, welche der Befriedigung dieses Bedürfnisses Vorschub leistete, wird daher von der Gastraea gewissenhaft beibehalten und befestigt worden sein. So lässt sich aus der Analogie mit zahlreichen anderen Thieren, — sowohl Protozoen als Metazoen — der Schluss ziehen, dass sich um die Mundöffnung herum ein Kranz langer Wimperhaare entwickelte, durch deren schwingende Bewegung ein Strudel im Wasser erregt wurde, der die Beute dem Munde zuführte und in den Magen gelangen liess. Der in dieser Weise erlangte und in die Magenhöhle aufgenommene Bissen konnte aber so lange an dem Entwischen nicht gehindert werden, als der Gastraea die Fähigkeit mangelte, ihre Mundöffnung zu verschliessen oder doch wenigstens beträchtlich zu verengern. Diese offenbar sehr nützliche Fähigkeit konnte nun ganz einfach und leicht dadurch erreicht werden, dass einige, an der inneren Um-

randung der Mundöffnung gelegene Zellen eine vorwiegende Contractilität erwarben, so dass sie, sobald ein Bissen an ihnen vorüber in die Magenhöhle glitt, dadurch gereizt und zur Contraction angeregt wurden. In diesen wenigen, an der inneren Umrandung des Mundes gelegenen und durch eine besondere Contractilität ausgezeichneten Zellen haben wir, wie es scheint, die ersten muskulösen Elemente der Gastraea zu erblicken.

Wenn nun auch heutzutage noch in der Keimesgeschichte sämmtlicher Bilaterien die ersten muskulösen Elemente, die ersten Mesoderm-Zellen, an der inneren Umrandung des Gastrula-Mundes auftreten, so haben wir hierin offenbar nur eine Wiederholung jener ursprünglichen phylogenetischen Entwicklungsvorgänge zu erblicken. Wenn wir aber andererseits eine solche phylogenetische Erklärung der entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen von der Hand weisen, so müssen wir einfach auf ein Verständniss derselben verzichten; wir stehen dann einem wunderbaren Räthsel gegenüber, auf dessen Lösung wir nie und nimmer hoffen dürfen.

In ähnlicher Weise lässt sich auch die ursprüngliche Lagerung des Mesoderms zu beiden Seiten des Körpers auf ganz einfache phylogenetische Vorgänge zurückführen. Denn offenbar steht die seitlich-symmetrische Anordnung der Muskulatur mit der allen Bilaterien, und daher auch ihren Vorfahren, gemeinsamen und sie vor allen anderen Metazoen auszeichnenden Bewegung nach einer bestimmten Richtung in der unmittelbarsten Wechselbeziehung. Dass nun aber bei den Vorfahren der Bilaterien, deren nächste lebende Verwandte wir in den niedrigsten Würmern zu erblicken haben, die Muskulatur nicht allseitig zwischen Haut und Darm angeordnet war, sondern vielmehr nur an der dem Boden zugekehrten ventralen Fläche des Körpers, steht allem Anscheine nach mit der, diesen niedrigsten, längst ausgestorbenen Bilaterien eigenthümlichen kriechenden Bewegung in Zusammenhang. —

Wenden wir nun in ausgedehnter Weise das biogenetische Grundgesetz auf die von uns hervorgehobenen ontogenetischen Erscheinungen an, so gelangen wir zu folgendem Schlusse:

Das erste seitlich-symmetrische Thier, von dem zunächst die Würmer und in weiterer Folge alle übrigen Bilaterien abstammen, stellte einen länglichovalen, hohlen Körper dar, dessen Wand aus

zwei Zellenschichten (Ectoderm und Entoderm) bestand, zwischen welchen an der dem Boden zugekehrten („ventralen") Fläche zwei symmetrisch zu beiden Seiten der Medianlinie gelegene Muskelstreifen (Mesoderm) sich befanden. Die Mundöffnung dieser hypothetischen Stammform der Bilaterien war, wie zahlreiche ontogenetische Thatsachen beweisen, nach oben zu, d. h. gegen den späteren Rücken hin gelegen. Wir haben uns, kurz gesagt, eine bilaterale, kriechende und mit Muskulatur versehene Gastraea zu denken.

Fragen wir uns nun weiter, wie sich zu dieser hypothetischen Ur- oder Stammform der Bilaterien die Wirbelthiere verhalten. — Bei der Beantwortung dieser Frage werden wir von den wichtigen Untersuchungen Balfour's an Haifisch-Embryonen ausgehen müssen; einerseits sind diese allem Anscheine nach die genauesten, welche in dieser Hinsicht bisher angestellt wurden und geben daher auch die sicherste Grundlage für phylogenetische Schlüsse ab, andererseits sind die Thiere, an denen sie angestellt wurden, von so hoher phylogenetischer Bedeutung, dass auch die aus ihrer Organisation und Entwicklung sich ergebenden Schlüsse eine um so höhere phylogenetische Bedeutung besitzen.

Was vor Allem die Thatsache betrifft, dass auch bei den Haifisch-Embryonen das Mesoderm ursprünglich in Form zweier lateraler Platten angelegt wird, so beweist dieselbe auf das entschiedenste, dass auch bei den Vorfahren der Wirbelthiere die Muskulatur anfangs in Form zweier lateraler Stränge den Körper der Länge nach durchzog. Mit anderen Worten, es stammen auch die Wirbelthiere von derselben phylogenetischen Urform der Bilaterien ab, von der alle anderen Bilaterien ihren Ursprung genommen haben.

Was dagegen die in der Mitte zwischen jenen beiden lateralen Platten und mehr oder weniger unabhängig von denselben entstehende mediane Platte des Mesoderms betrifft, welche, wie Balfour auf das bestimmteste angibt, der Chorda den Ursprung gibt, so stellt dieselbe ein, den Wirbelthieren allein zukommendes und sämmtlichen Bilaterien fehlendes [1]) Gebilde dar.

[1]) Die sogenannte Chorda der Anneliden kann mit der Chorda der Wirbelthiere schon deshalb nicht homologisirt werden, weil sie kein primäres Gebilde, wie dieses, ist, sondern sich erst secundär, nachdem sich die beiden lateralen Mesoderm-Platten in der Medianlinie vereinigt haben, durch eine Differenzirung einiger, diesen angehörender Zellen, entwickelt.

Das Mesoderm der Wirbelthiere besteht somit nach seiner vollständigen Ausbildung aus drei, bei den Haifisch-Embryonen noch völlig von einander getrennten Platten: zwei lateralen, welche dem Mesoderm der Wirbellosen entsprechen, und einer medianen, welche kein Homologon im Mesoderm der Wirbellosen besitzt. Daraus ergibt sich der phylogenetische Schluss, dass bei den Vorfahren der Wirbelthiere, welche sich aus jener oben gekennzeichneten Stammform sämmtlicher Bilaterien hervorbildeten, zwischen den zu beiden Seiten des Körpers verlaufenden Muskelsträngen auf der Rückenfläche zwischen Ectoderm und Entoderm ein unpaarer, medianer, knorpeliger Stab als Stütze des Körpers sich entwickelt hatte, der sie vor allen anderen Bilaterien auszeichnete.

Der Umstand, dass bei der Mehrzahl der Wirbelthiere das mittlere Keimblatt nicht, wie bei den Haifischen, ursprünglich in Form dreier von einander getrennter Platten auftritt, sondern vielmehr gleich anfangs eine vollkommen zusammenhängende, einheitliche Schicht bildet, steht im vollsten Einklange mit dem bereits von Fritz Müller hervorgehobenen Satze, dass „die in der Entwicklungsgeschichte enthaltene geschichtliche Urkunde allmählich verwischt werde, indem die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlägt.“ [1]) Denn dadurch, dass einerseits die Zeit, welche ursprünglich zwischen der Bildung der beiden lateralen und der medianen Platte des Mesoderms verstrich, allmählich reducirt wurde, während andererseits die Verbindung zwischen den drei Platten immer früher und früher erfolgte, konnte es schliesslich dazu kommen, dass alle drei Mesoderm-Platten nicht blos zur gleichen Zeit, sondern auch als einheitliche, zusammenhängende Schichte in die Erscheinung traten.

Uebrigens legen selbst bei den Embryonen dieser höher stehenden Wirbelthiere nicht wenige Erscheinungen deutliches Zeugniss für die phylogenetisch getrennte Entstehung der drei Platten des Mesoderms ab. Dafür spricht namentlich der von His [2]) hervorgehobene Umstand, dass bei den Wirbelthieren der mittlere zum eigentlichen Verdauungskanal bestimmte Theil des Darmdrüsenblattes anfangs keine Muskulatur besitzt

[1]) Fritz Müller, „Für Darwin“, Leipzig 1864, p. 77.

[2]) Wilhelm His, „Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung“. Leipzig 1874, p. 76.

(obwohl also unmittelbar über demselben ein Mesoderm vorhanden ist), und dass der Darmkanal seine Muskelwand nicht vom Stammtheil, sondern vom Parietaltheil der unteren Muskelplatte erhält. — Auch haben bereits vor längerer Zeit His, Waldeyer u. A. die, von jener der übrigen Embryonal-Anlagen verschiedene Bedeutung des in der Mitte verlaufenden und der medianen Platte des Mesoderms ungefähr entsprechenden „Axenstranges" klar und deutlich erkannt und die Nothwendigkeit hervorgehoben, dass man „nicht die Keimblätter allein, sondern neben ihnen auch den Axenstrang zu den Uranlagen des Embryo[1]) rechnen müsse.

Aus allen diesen Betrachtungen ergibt sich in Beziehung auf die Homologie des mittleren Keimblattes der Bilaterien der Schluss, dass das mittlere Keimblatt der Wirbellosen nicht vollkommen dem der Wirbelthiere entspricht, sondern nur mit den beiden lateralen Platten desselben verglichen werden darf; die unpaare mediane Platte des Mesoderms der Wirbelthiere ist ein diesen ausschliesslich zukommendes und den Wirbellosen fehlendes Gebilde.

Daraus geht zugleich hervor, dass die von Haeckel als Chordonier bezeichneten Bilaterien, d. h. die Wirbelthiere und Tunicaten, schon viel tiefer unten vom gemeinsamen Stamme der Bilaterien sich entfernen, als man gewöhnlich annimmt. Man wird daher auch in der Aufstellung von Homologien zwischen den Wirbelthieren und Wirbellosen viel vorsichtiger und sparsamer verfahren müssen, als dies in jüngster Zeit geschehen ist. —

Ich gebe mich nicht der Hoffnung hin, durch diese wenigen Auseinandersetzungen bereits die Mehrzahl der Forscher für meine Anschauung gewonnen zu haben; ich gebe mich zufrieden, wenn es mir gelungen sein sollte, einige Anhänger entgegenstehender Ansichten wankend und meiner Auffassung nicht völlig abgeneigt gemacht zu haben. Hier, im Anschluss an die Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Muscheln, mussten nothwendig meine Auseinandersetzungen kurz und lückenhaft sein; ich konnte die entgegenstehenden und meiner Anschauung widersprechenden Angaben keiner gehörigen Beleuchtung unterziehen; ich konnte

---

[1]) Wilhelm Waldeyer, „Eierstock und Ei". Leipzig 1870, p. 111.

die, in letzter Zeit von Semper[1]) und Dohrn[2]) unternommene Versuche einer Erklärung der Phylogenie der Wirbelthiere u ihren fundamentalen Gegensatz zu meinen eigenen nic in's rechte Licht setzen; — doch dies Alles soll in einer später ausführlicheren Arbeit geschehen. Hier möge nur bemerkt sei dass ich nicht übereilt, sondern erst nach sorgsamer Prüfu aller mir bekannten Beobachtungen zu einem Abschlusse g kommen bin.

Denjenigen aber, die, ohne selbst eine bessere Er klärung der Erscheinungen geben zu können, solch und ähnlichen Versuchen mit einigen nichtssagenden Redewe dungen den Weg abzuschneiden pflegen, rufe ich die Wo unseres unsterblichen Meisters Al. v. Humboldt zu: „E geziemt nicht dem Geiste unserer Zeit, jede Ve allgemeinerung der Begriffe, jeden, auf Inductio und Analogien gegründeten Versuch, tiefer in d Verkettung der Naturerscheinungen einzudringe als bodenlose Hypothese zu verwerfen; und unt den edeln Anlagen, mit denen die Natur den Mensch ausgestattet hat, bald die nach einem Causalz sammenhang grübelnde Vernunft, bald die regsam zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige u anregende Einbildungskraft zu verdammen." —

II. Von der Bildung der Keimblätter bis zum Ende der embryonalen Entwicklung.

Wir haben den Embryo auf einem Stadium verlassen, i dem er bereits mit allen drei Keimblättern ausgestattet w Die nächste Frage, die nun an uns herantritt, geht dahin, w sich die einzelnen Organe des Embryo aus den Keimblätt

---

[1]) Carl Semper, „Die Stammesverwandtschaft der Wirbelthiere Wirbellosen". Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in W burg 1874, II. Band, 1. Heft.

[2]) Anton Dohrn, „Der Ursprung der Wirbelthiere des Functionswechsels. Genealogische Skizzen". Leipzig 18

aufbauen und ob sich auch auf späteren Entwicklungsstadien noch die einzelnen Keimblätter klar und deutlich von einander unterscheiden lassen. —

Die Veränderungen, welche der Embryo in der ersten Zeit nach der Bildung der Keimblätter erleidet, sind von so tiefgreifender Natur und gehen mit so grosser Schnelligkeit von statten, dass man nach kaum vierundzwanzig Stunden — vorausgesetzt, dass die Entwicklung unter sonst günstigen äusseren Verhältnissen verläuft — ein vollständig anderes Bild vor Augen hat. Diese Veränderungen betreffen weniger die äussere Form des Embryo, als vielmehr seine innere Organisation. Namentlich ist es das innere Keimblatt, das nunmehr eine Reihe von Umwandlungen zu durchlaufen hat, wie man sie in ähnlicher Weise wohl nur bei einigen parasitischen Würmern, denen jede Spur eines Verdauungskanales fehlt, wiederfinden dürfte.

Wir haben gesehen, dass die zwischen den beiden primären Keimblättern gelegene Höhle, welche unmittelbar aus der Furchungshöhle der Blastosphaera hervorgegangen ist, immer mehr und mehr von Mesoderm-Zellen erfüllt wird, die sich anfangs dicht an das eingestülpte Entoderm anlegen, bald jedoch in der ganzen Höhle verbreiten. Anfangs bleibt noch ein kleiner, unter jener Stelle, an welcher die „Richtungsbläschen“ liegen, befindlicher Raum von ihnen frei, aber auch dieser wird alsbald von mehr oder weniger lose verbundenen Zellen erfüllt, so dass schliesslich die ursprüngliche Höhle ganz verschwindet. Allerdings sind die Mesoderm-Zellen an einzelnen Stellen, so namentlich in der Nähe des späteren Hinterendes des Körpers, viel dichter an einander gelagert, als an anderen, doch bleibt keine Stelle ganz frei von ihnen. Während dieser Vorgänge haben sich die beiden grossen Zellen, welche wir als die Bildungsheerde des Mesoderms kennen gelernt haben, durch fortgesetzte Theilung so weit verkleinert, dass man schliesslich gar keinen Unterschied mehr zwischen ihnen und ihren Abkömmlingen wahrzunehmen im Stande ist. Diese allmähliche Grössenabnahme der beiden ursprünglichen Mesoderm-Zellen bei gleichzeitiger Zunahme der Zahl der kleinen Zellen kann man namentlich gut an Querschnitten verfolgen.

Sobald sämmtliche Zellen des mittleren Keimblattes eine mehr oder weniger einförmige Grösse und Gestalt angenommen habe[illegible] sich an ihnen eine allmähliche Verschiebung geg[illegible] F[illegible] zu bemerkbar zu machen. Hier

drängen sie sich in grösserer Zahl zwischen Ectoderm und Entoderm vor und strecken sich quer von einer Körperwand zur andern aus. Die übrigen Zellen des Mesoderms, welche an diesem Vorgange keinen Antheil nehmen, legen sich theils der Innenfläche des Ectoderms an, theils spannen sie sich durch die neugebildete, in Folge der erwähnten Gruppirung der Mesoderm-Zellen entstandene Höhle hin aus. Diese Höhle ist keineswegs der früheren, während der Furchung entstandenen Keim- oder Furchungshöhle gleichzusetzen, sondern ist vielmehr als Leibeshöhle oder Coelom aufzufassen. Die sie durchsetzenden Zellen besitzen eine langgestreckte Form und schicken an beiden Enden Fortsätze aus, die sich meist wieder verästeln. Es sind das die von Flemming sogenannten „Strangzellen“. Von ihnen sind besonders diejenigen wichtig, welche in der Mittellinie des Körpers entspringen und nach den beiden Seiten hinziehen. Sie treten fast auf allen Querschnitten klar zu Tage (Taf. XII, Fig. 56, z). Diejenigen Zellen des Mesoderms dagegen, welche, wie bereits erwähnt, in der Nähe des hinteren Körperendes von einer Körperwand zur anderen, quer durch die Leibeshöhle des Embryo ausgespannt liegen, stellen die Zellen des Schliessmukels dar. Ihre Zahl ist auf späteren Entwickelungsstadien grösser, als die aller übrigen Mesoderm-Zellen zusammengenommen.

Während sich in dieser Weise am mittleren Keimblatte mannigfache Differenzirungen bemerkbar machen, gehen auch am Entoderm zahlreiche wichtige Veränderungen von Statten. Gleichzeitig mit der erwähnten Verschiebung der Mesoderm-Zellen gegen das hintere Körperende zu und mit der damit im Zusammenhang stehenden Bildung des Schliessmuskels wird das in die Leibeshöhle hineinhängende Entodermsäckchen nach vorne gedrängt, so dass es hier einen kleinen, schräg nach vorne und unten gerichteten Zipfel bildet. Man ersieht diese Lagerung am besten, wenn man die nach einem Längsschnitte (u. z. einem Sagittalschnitte) angefertigte Fig. 53, Taf. XII betrachtet. Vergleicht man diese Figur mit der auf derselben Tafel befindlichen Fig. 51, so kann man sich ganz wohl vergegenwärtigen, wie diese Verschiebung des Entodermsäckchens nach vorne gleichzeitig mit der Bildung des Schliessmuskels und wohl in Abhängigkeit davon zu Stande kommen konnte.

Dieser nach vorne und unten in die Leibeshöhle hineinragende Entodermzipfel löst sich nun von den übrigen Zellen

des Rückentheiles ab (Taf. XII, Fg. 55) und bleibt als ein kleines Zellenhäufchen unter der äusseren Körperwand am vorderen Körperende liegen. Dieses Zellenhäufchen bildet nunmehr das Entoderm des Muschelembryo. Die übrigen am Rücken gelegenen Zellen nehmen an Höhe immer mehr ab und erlangen in Folge dessen eine immer hellere und durchsichtigere Beschaffenheit. Der Embryo selbst wird dadurch an seinem Rückentheile durchsichtiger und gestattet wieder einen leichteren Einblick in seine innere Organisation. Die Zellen des Rückens sind zu jeder Zeit an ihren grossen, in gewissen Entfernungen von einander gelegenen Kernen deutlich erkennbar; doch sind sie noch nicht durch Membranen von einander geschieden. —

Die Veränderungen, welche sich unterdessen am äusseren Keimblatte bemerkbar machen, sind lange nicht so bedeutend wie diejenigen, welche wir an den beiden anderen Keimblättern kennen gelernt haben. Vor Allem muss hervorgehoben werden, dass das Ectoderm während der ganzen embryonalen Entwicklung nur aus einer einzigen Schichte von Zellen besteht. Allerdings zeigen diese Zellen an den verschiedenen Stellen des Körpers eine sehr verschiedene Beschaffenheit. Am Rücken und an den oberen Theilen der beiden Seitenwände des Körpers sind sie flach und stehen weit aus einander; man erkennt sie hier an ihren hellen, von der körnigen Umgebung sich scharf abhebenden, runden Kernen. An allen übrigen Theilen des Körpers, mit Ausnahme jener kleinen Stelle, an der die „Richtungsbläschen" liegen, wird das Ectoderm von hohen, dicht nebeneinander stehenden Cylinderzellen zusammengesetzt, von denen die höchsten an der Bauchseite, da wo wir auch früher schon die grössten Zellen vorgefunden haben, gelegen sind. Die Kerne dieser Zellen liegen durchwegs in der Mitte ihrer Höhe und nicht, wie Flemming will, „ganz tief an ihrem Fuss". Das Protoplasma der Zellen ist an den, nach der Leibeshöhle gerichteten Zellenenden viel körnchenreicher und daher auch viel und durchsichtiger, als an den entgegengesetzten Enden. Bei schwachen Vergrösserungen geben daher solche Schnitte, wie die auf Taf. XII. Fig. 53 oder 56 abgebildeten, folgendes Bild: zu äusserst gewahrt man eine schwach durchscheinende, mehr feinkörnige Schichte, welche den äusseren Zellenenden entspricht; darauf folgt eine sehr helle, den Zellkernen entsprechende und zu innerst wieder eine dunkle, von der hellen Kernschichte sehr scharf und schön

sich abgrenzende dritte Schichte, welche eben den inneren, körnchenreicheren Zellenenden entspricht.[1])

An jener Stelle, an der die „Richtungsbläschen" liegen, sind die Zellen, wie zuerst Flemming bei Anodonta gefunden hat, von mehr langgestreckter Form und geringerer Höhe; auch bemerkt man hier regelmässig eine seichte Einbuchtung des Ectoderms. Ich war anfangs geneigt, diese schon ausserordentlich frühzeitig auftretende Vertiefung des äusseren Keimblattes für die Anlage der secundären Mundöffnung zu halten; später aber überzeugte ich mich, dass diese viel weiter oben am Vorderende des Körpers, an derjenigen Stelle, unter welcher das kleine Entodermzellenhäufchen gelegen ist, entsteht und sich schon sehr frühzeitig mit den Entoderm-Zellen verbindet. Der ganze Darmtractus des Muschelembryo besteht sodann aus einem kleinen, dem Vorderende des Körpers anhängenden Säckchen, das im Inneren eine Höhlung besitzt und sich an die vordere Körperwand anlegt (Taf. XII, Fig. 5?). An Horizontalschnitten durch den Embryo bemerkt man daher regelmässig unter dem sehr verdickten Ectoderm einen kleinen, aus ziemlich niedrigen Zellen zusammengesetzten Ring, der eben nichts weiter als das durchschnittene Entodermsäckchen darstellt. —

Bevor wir aber in der Beschreibung fortfahren, müssen wir die von Flemming über diese Vorgänge gemachten Angaben kurz besprechen. Dabei wird es vor Allem nothwendig sein, die von Flemming gebrauchte Nomenclatur auseinander zu setzen. Der von Flemming als „Vorderwulst" bezeichnete Körpertheil umfasst diejenige Zellenmasse, welche unmittelbar unterhalb des bei Anodonta vorkommenden Velum liegt und demjenigen Theile des Körpers entspricht, an dem, wie wir gezeigt haben, das Entoderm gelegen ist; der unmittelbar über dem „Vorderwulst" gelegene [illegible] Bezirk, oder der vom Velum selbst eingenommene Körpertheil, bezeichnet [illegible] wir gesehen haben. [illegible]

[1]) [illegible]

hinten folgt das „Mittelschild"; dasselbe entspricht derjenigen Stelle, an der sich die „Richtungsbläschen" befinden. Die langgestreckten, das „Mittelschild" zusammensetzenden Zellen heissen „Nahtzellen". — Später glaubte Flemming die Ausdrücke „Vorderwulst" und „Mittelschild" durch „Entodermwulst" und „Oralepithel" ersetzen zu müssen. — Ich muss offen gestehen, dass ich nicht recht begreife, wozu man so viele neue Namen nöthig habe; je einfacher eine Beschreibung ist, desto leichter kann sie von Anderen verstanden werden. Dass aber eine so complicirte Nomenclatur das Verständniss keineswegs erleichtert, wird Jeder zugeben, der Flemming's Darstellung liest.

Was zunächst das Verschwinden der Furchungshöhle betrifft, so bemerkt Flemming ganz richtig, dass dieselbe „relativ sehr klein" werde, ohne aber bestimmte Angaben über die Ursachen dieser Erscheinung zu geben. Das gänzliche Verschwinden dieser Höhle hat jedoch Flemming nicht beobachtet; er leitet vielmehr die Leibeshöhle direct von der Furchungshöhle ab. Später, auf Seite 84, bezeichnet er sogar schon die Höhle der „Keimblase" als Leibeshöhle des Embryo. Wie wir jedoch gesehen haben, müssen Furchungshöhle und Leibeshöhle scharf von einander unterschieden werden, indem jene die Höhle der einschichtigen Keimhautblase vorstellt, während diese durch das Auseinanderweichen der Mesoderm-Zellen entsteht.

Ueber die Art und Weise der Differenzirung des mittleren und inneren Keimblattes weiss Flemming ebenso wenig etwas Bestimmtes anzugeben, wie über die Bildung dieser Keimblätter selbst. Er sagt darüber: „Was im Inneren des dunklen Rückentheils jetzt vorgeht, bleibt absolut unsichtbar; so viel ist sicher, dass hier gerade jetzt sehr rege Differenzirungen statthaben müssen". Wäre es da nicht sehr nahe gelegen gewesen, durch solche Embryonen Schnitte anzufertigen? — Doch, über einen so überflüssigen Gedanken hilft uns die Entwicklung selbst rasch hinweg, denn — „inzwischen lichtet sich immer mehr und mehr der obere und mittlere Theil der Rückenzellenmasse". Auf dem nächsten von Flemming beobachteten Stadium ist bereits der Schliessmuskel und die Leibeshöhle gebildet und auch die Schale beginnt sich schon am Rücken anzulegen. Das kleine Entodermsäckchen hat Flemming sonderbarer Weise ganz übersehen. Allerdings verlegt er später in seiner „Notiz zur Entwicklungsgeschichte der Najaden" die Anlage des Muscheldarmes an den „Vorderwulst" oder „Entodermwulst", jedoch geht er ent-

schieden fehl, wenn er dieselbe in den beiden, später zu erwähnenden seitlichen Gruben sucht. Immerhin verdient es jedoch anerkannt zu werden, dass er die allgemeinen Lagerungsverhältnisse der Organe des Muschelembryo nicht völlig verkannte und nicht in den von Forel begangenen Fehler verfiel, das Vorderende für das Hinterende zu halten. —

Die nächste Entwicklung des Embryo ist durch die Bildung der Schale und der Byssusdrüse charakterisirt.

Die erste Anlage der Schale stellt ein äusserst zartes, homogenes, durchsichtiges Häutchen dar, das der Rückenfläche des Embryo wie ein Sattel aufliegt und sich ohne Unterbrechung von der einen Seite auf die andere hin fortsetzt (Taf. XI, Fig. 34, S). Die Zeit ihres ersten Auftretens fällt unmittelbar nach dem Verschwinden der primären Einstülpungsöffnung und der damit zusammenhängenden Abflachung der Rückenfläche. Bei Behandlung mit verdünnter Essigsäure hebt sich dieses Häutchen von seinem Mutterboden ab und legt sich dabei in zahlreiche Falten. Kohlensaurer Kalk ist in ihm noch nicht zur Abscheidung gekommen. Alsbald beginnt sich aber an dieser primitiven Schalenanlage dadurch eine Differenzirung bemerkbar zu machen, dass jederseits eine den oberen Theil der Seitenfläche des Körpers einnehmende Schalenklappe zum Vorschein kommt. Diese besitzt die auf Taf. XI, Fig. 36 angegebene Form. Daraus ist ersichtlich, dass jede Schalenhälfte beim Beginne ihrer Entwicklung nicht ein Dreieck darstellt, sondern dass vielmehr der vordere Rand ganz allmählich und continuirlich in den hinteren übergeht. Doch ist derselbe schon jetzt dadurch ganz leicht von dem hinteren Rande zu unterscheiden, dass er einen viel schärferen Bogen beschreibt, als dieser. Der Schlossrand ist gerade und sieht dem der anderen Seite entgegen.

Der Uebergang dieser mehr rundlichen Schalenform in die ungleichseitig dreieckige kann am besten aus den beigegebenen Figuren ersehen werden. Schon auf Fig. 38, noch mehr aber auf Fig. 40 tritt diese dreieckige Form klar zu Tage. Wie Flemming an Anodonta beobachtete und ich an Unio bestätigt gefunden habe, ist „der Rand der Schalen von der Phase an, in welcher diese sich zuspitzen“, also sobald einmal die rundliche Schalenform in die dreieckige übergegangen ist, merklich verdickt. Am deutlichsten tritt dies an den Schalen der erwachsenen und zum Ausschlüpfen reifen Embryonen hervor. An diesen bemerkt man überdies auch bereits die erste Anlage des Schlosses

(Taf. XII, Fig. 44 u. 47). Der an seinen beiden Enden verdickte Schlossrand zeigt nämlich am Ende seines vorderen Drittels, da, wo dieses an das mittlere stösst, eine nicht unbeträchtliche Verschmächtigung, von welcher an sich derselbe nach vorne und hinten allmählich verdickt, um in die beiden aufgetriebenen Enden überzugehen. Bei sehr weit geöffneter Schale, wie man sie jedoch meist nur bei absterbenden Embryonen findet, legen sich die einander zugekehrten Schlossränder nicht nach ihrer ganzen Länge an einander, sondern weichen vorne und hinten etwas von einander ab.

An den Schalen reifer Embryonen gewahrt man überdies noch eine andere, höchst eigenthümliche Bildung, welche von keinem der früheren Beobachter übersehen wurde und mit Recht die Aufmerksamkeit und Bewunderung aller in Anspruch nahm. Es ist dies ein, dem unteren Schalenrande aufsitzender, schnabelförmiger Hacken, der, wie zuerst Flemming gezeigt hat, in ganz ähnlicher Weise, wie die Schale selbst als Cuticularbildung aufgefasst werden muss und somit ein Product des äusseren Keimblattes darstellt. Er besitzt die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes, dessen Spitze nach abwärts gerichtet ist und dessen breite Basis sich mit dem unteren Schalenrande verbindet (Taf. XII, Fig. 44 u. 45, sh). Die beiden, an der Spitze zusammentreffenden Ränder sind geschweift, mit nach abwärts gerichteter Concavität. Von der Seite betrachtet, besitzen diese Schalenhacken oder „Schalenaufsätze“ die Gestalt eines Papageienschnabels, dessen Rücken mit zahlreichen grösseren und kleineren Zacken besetzt ist (Taf. XII, Fig. 48). Die in der Medianlinie, also auf der Firste des Schnabels, sitzenden Zacken sind die stärksten und richten ihre Spitze mehr oder weniger direct nach abwärts; nach beiden Seiten hin werden sie kleiner und kehren ihre Spitze von der Medianlinie weg. In einiger Entfernung von den beiden Seitenrändern des Schnabels hören die Zacken gänzlich auf. Am dichtesten stehen sie, wie zuerst Flemming an Anodonta beobachtete, in der Nähe der Schale. Der von den Schalenhacken beschriebene Bogen ist schärfer als jener der Schalen selbst (Taf. XII, Fig. 48) und geht daher nicht in einer Flucht in diesen über. Von einem Gelenke, welches nach Forel die Verbindung zwischen Schale und Schalenhacken vermitteln soll, habe ich eben so wenig wie Flemming etwas wahrnehmen können.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Schalen erwachsener Embryonen bilden die zahlreichen, äusserst feinen Porencanäle,

von denen dieselben durchsetzt werden. v. Ihering gibt an, dass diese Porencanäle Lücken seien, in welche die schalenbildenden Zellen des Ectoderms kurze, stumpfe Fortsätze hineinschicken, welche an der Ausscheidung der Schale selbst keinen Antheil nehmen sollen. — Ganz ähnliche Porencanäle kommen bekanntlich auch den Embryonen von Cyclas zu. Man kann sich übrigens ganz leicht überzeugen, dass auch die Schalen der vollständig erwachsenen Cyclas von zahlreichen, sich zum Theil dichotomisch theilenden Canälen durchsetzt werden. Blos der äusserste Rand der Schalen ist von diesen Canälen frei.

Eben so wie die ersten Bildungsstadien der Schale wurden auch diejenigen der Byssusdrüse von allen bisherigen Beobachtern, selbst Flemming und v. Ihering nicht ausgenommen, vollständig übersehen. Nach meinen Beobachtungen entsteht diese Drüse durch eine, zwischen drei, am Hinterende des Körpers gelegenen Zellen auftretenden Einstülpung des Ectoderms (Taf. XI, Fig. 37 u. 42). Ob diese drei Zellen die Abkömmlinge der früher an dieser Stelle gefundenen drei grossen Zellen sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. Die Einstülpung ist sowohl bei der Betrachtung der Embryonen von hinten, als auch bei jener von der Seite deutlich ersichtlich. Ein Byssusfaden ist noch nicht zur Abscheidung gekommen; dieser macht sich vielmehr erst dann bemerkbar, wenn die Einstülpung mit ihrem blinden Ende bereits bis in die Nähe des vorderen Schalenrandes reicht.

Die Drüse selbst zeigt den von v. Ihering angegebenen Bau. Sie stellt eine lange, dünnwandige Röhre dar, welche aus sehr flachen Zellen zusammengesetzt ist, deren rundliche Kerne in grossen Entfernungen von einander gelegen sind. Bei den reifen Embryonen macht die Byssusdrüse in der linken Körperhälfte des Embryo mehrere (bis drei) Windungen, welche sich, wie bereits Forel richtig angegeben hat, um den Schliessmuskel herumrollen (Taf. XII, Fig. 44). Der Byssusfaden ist völlig structurlos und färbt sich bei Behandlung mit Carmin blassroth. Ausserhalb des Körpers ist er meist schmächtiger, als in der Drüse selbst, und verflicht sich aufs innigste mit den Fäden benachbarter Embryonen. Seine Länge beträgt, wie v. Ihering angibt, nicht selten 10—15 Mm.

Einige Zeit nach der Bildung der Byssusdrüse und der Schale macht sich eine nicht unbeträchtliche Abflachung der unteren Körperwand bemerkbar. Bald darauf beginnt sich in der Median-

linie der Bauchfläche eine anfangs nur seichte, aber allmählich tiefer werdende Einbuchtung zu zeigen, die schliesslich bis an den Schliessmuskel hinaufrückt und zur Bildung zweier seitlicher, am Rücken mit einander zusammenhängender Lappen führt. Diese beiden Lappen sind die beiden Mantelhälften des Embryo. — Es ist das Verdienst Flemming's, auf die Art und Weise ihrer Bildung zuerst aufmerksam gemacht zu haben. Alle früheren Beobachter, von Carus angefangen, hatten nämlich eine „Dehiscenz der Mantel- und Schalenhälften", „eine förmliche Spaltung des embryonalen Leibes" angenommen und dadurch die Schwierigkeiten, welche einem Verständnisse der Muschelentwicklung entgegenstehen, nur durch ihre eigene Schuld vermehrt. Ich war ganz unabhängig von Flemming, — noch bevor ich dessen Arbeit in die Hand bekommen hatte —, zu fast ganz denselben Resultaten, wie er, gelangt und kann daher seine Angaben nur bestätigen. Es wird demnach überflüssig sein, auf das Detail der geschilderten Vorgänge näher einzugehen, und kann genügen, in dieser Beziehung auf Flemming's Arbeit zu verweisen. Dagegen muss horvorgehoben werden, dass die Deutung, welche dieser Forscher seinen Beobachtungen gegeben hat, ganz gewiss falsch ist und dass er dieselbe später selbst wieder zurückgezogen hat.

Noch bevor die Einstülpung an der Bauchfläche vollendet ist, beginnen sich am Mantelrande jederseits vier Borstenbündel bemerkbar zu machen, welche nicht blos durch ihren eigenthümlichen Bau, sondern namentlich auch dadurch, dass an den erwachsenen Muscheln keine Spur mehr von ihnen zu finden ist, unsere vollste Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Von diesen vier Paar Borstenbündeln erscheint, wie auch Flemming in Beziehung auf Anodonta angiebt, zuerst das vorderste, während die übrigen drei erst einige Zeit später auftreten. Ihre gegenseitige Lage ist eine sehr bestimmte und regelmässige; wenn die Schalen geschlossen sind (Taf. XII, Fig. 45), bemerkt man, dass das vorderste Paar von den übrigen sehr weit absteht, während das zweite und dritte Paar einander sehr nahe gerückt sind und das letzte wieder in einiger Entfernung dem dritten nachfolgt. Die Angabe Forel's, dass bei Unio nur zwei Paar Borstenbündel vorkommen, ist entschieden falsch. Auch seine Beschreibung ihres Baues ist vollkommen unrichtig. Forel giebt nämlich an, dass sie aus kleinen Wucherungen des Körpers bestehen, welche eine „kleine Blase, vereinigte oder getrennte Haare

tragend, enthalten." Dagegen hat Flemming gezeigt, dass die einzelnen Bündel in der Cuticula eigenthümlich geformter Zellen stecken, die zwischen den übrigen Epithelzellen des Mantelrandes eingefügt sind und einen Bau besitzen, der demjenigen mancher Nervenepithelzellen nicht unähnlich ist. Diese Zellen (Taf. XII, Fig. 50) haben eine mehr oder weniger langgestreckte Form und laufen an dem einen, nach innen gerichteten Ende in einen langen Fortsatz aus, während das andere eine sehr dicke Cuticula trägt, in welcher eben, wie gesagt, die Borstenbündel stecken. Der Kern dieser Zellen ist länglichrund und das Protoplasma zeigt um den Kern herum eine wechselnde Menge verschieden grosser Körnchen. Ueber diese Zellen und allem Anscheine nach auch über ihre nächste Umgebung zieht ein feines, structurloses, durchsichtiges Häutchen, das sich unmittelbar über den Zellen selbst zapfenartig erhebt und an der Spitze dieser Erhebung eine grosse runde Oeffnung besitzt, durch welche die, den Zellen aufsitzenden Borsten hindurchtreten.

Wie ich nun an Unio gefunden habe, weichen die beiden Zellen, welche das erste Paar Borstenbündel tragen, etwas von den übrigen ab (Taf. XII, Fig. 49). Fürs erste sind sie länger als diese; sie besitzen nämlich die Länge von etwa 0,03 M. bei einer Breite von nur 0,0055 M. Fürs zweite ist ihre Cuticula verhältnissmässig weniger dick, als die der anderen borstentragenden Zellen. Fürs dritte endlich lässt ihr Protoplasma eine deutliche Längsstreifung erkennen, welche in der Nähe des Kernes beginnt und bis zur Cuticula hinzieht. Diese Streifung rührt offenbar von der reihenweisen Anordnung der im Protoplasma enthaltenen Körnchen her und ist namentlich deshalb von Interesse, weil man sie auch an anderen Nervenendzellen in ganz ähnlicher Weise vorgefunden hat. So hat beispielsweise Claus erst vor Kurzem die Nervenendzellen des Gehörorgans der Heteropoden beschrieben, welche eine ganz ähnliche Längsstreifung erkennen lassen und die auch in mehreren anderen Punkten eine grosse Aehnlichkeit mit unseren Borstenzellen besitzen. Es schien mir in einigen Fällen, als ob sich die hellen — also körnchenärmeren — Längsstreifen direct in die von der Cuticula entspringenden Borsten verfolgen liessen. Der am inneren Zellenende entspringende Fortsatz liess sich etwas weiter verfolgen, als dies an den anderen borstentragenden Zellen möglich war. Doch wollte es mir nie gelingen, seinen ganzen Verlauf festzustellen. Der Kern der Zellen hat einen Durchmesser

von 0,005 Mm., liegt in der Nähe des nach innen gerichteten Zellenendes und nimmt fast die ganze Breite der Zellen ein. Das über die Zellen hinwegziehende feine Häutchen bildet, entsprechend der bedeutenderen Länge der Zellen, eine höhere zapfenförmige Erhebung, verhält sich aber im Uebrigen ganz so, wie dasjenige der anderen Borstenzellen.

Wir haben nun noch kurz die Schicksale zu besprechen, welche der Schliessmuskel von dem Stadium an, auf dem wir ihn verlassen haben, bis zum Ende der embryonalen Entwicklung durchzumachen hat. Wir können uns dabei hauptsächlich auf die Angaben Flemming's beziehen, welche die genauesten, bisher über diesen Gegenstand veröffentlichten sind. Die abenteuerlichen Angaben Margo's und die fast durchweg falschen Behauptungen Forel's hat bereits v. Ihering in gebührender Weise gekennzeichnet.

Wir haben gesehen, dass sich der Schliessmuskel aus länglichen Zellen entwickelt, welche sich quer von einer Körperwand zur anderen ausstrecken und dabei eine mehr oder weniger spindelförmige Gestalt annehmen. Untersucht man den Muskel auf sehr frühen Stadien, so sieht man, dass er in der Mitte, wo die Zellkerne liegen, bedeutend dicker ist, als an seinen beiden Enden (Taf. XII, Fig. 56). Später scheinen sich die Muskelzellen durch Theilung zu vermehren. Dafür spricht nicht blos ihre in späterer Zeit viel bedeutendere Zahl, sondern auch der Umstand, dass Flemming einmal eine Muskelzelle mit zwei in einiger Entfernung von einander gelegenen Kernen fand. Auf späteren Stadien — gegen das Ende der embryonalen Entwicklung — gewahrt man, wie ich v. Ihering gegenüber in Uebereinstimmung mit Flemming hervorheben muss, eine deutliche Fibrillenstructur der Muskelfasern. Man bemerkt dieselbe am deutlichsten an den Enden der Fasern, an welchen dieselben in ebenso viele Fortsätze, als Fibrillen vorhanden sind, zerfallen. Dass der Kern der Muskelfaser, wie v. Ihering angiebt, „oft bruchsackähnlich der Zelle aufsitze", habe ich nie zu beobachten Gelegenheit gehabt. — Ebenso wenig wie Flemming konnte auch ich eine Querstreifung der Muskelfasern, wie sie bekanntlich bei den erwachsenen Muscheln vorkömmt, beobachten.

Die Contractionen des Muskels sind schon sehr frühzeitig — noch lange bevor sich an den Muskelfasern eine Fibrillenstructur bemerkbar macht — ausserordentlich heftig und folgen sehr rasch auf einander. Dabei bemerkt man nicht selten, dass

sich nicht alle Muskelfasern auf einmal contrahiren, sondern dass einige wenige den andern vorausgehen und die Zusammenziehung gewissermassen von einer Zelle auf die andere überspringt. Die rasch und häufig auf einander folgenden Contractionen wären offenbar der Grund, weshalb Carus den Schliessmuskel für das Herz des Muschelembryo ansah. —

Endlich haben wir noch zwei, am Vorderende des Körpers symmetrisch rechts und links von der Mittellinie gelegene, grubenförmige Vertiefungen der äusseren Haut zu erwähnen, welche gegen das Ende der embryonalen Entwicklung auftreten und über deren Bedeutung die Ansichten der Forscher sehr weit auseinandergehen (Taf. XII, Fig. 44 u. 68, sg.). Carus der ihrer zuerst erwähnte, brachte sie mit den „Athemspalten des Mantels" in Zusammenhang; darauf trat Quatrefages mit der Ansicht hervor, dass man es hier mit zwei seitlichen Mägen zu thun habe, von denen zwei nach hinten verlaufende Därme ihren Ursprung nehmen; näher scheint bereits Leuckart der richtigen Auffassung gekommen zu sein, indem er die beiden Gruben mit dem Nervensystem in Beziehung brachte und sie für die Anlagen der „Gehörbläschen, in denen der Otolith sich noch nicht entwickelt habe", erklärte. Forel, der sich überhaupt ganz sonderbare Begriffe über die Muschelentwicklung gebildet zu haben scheint, hielt dieselben, — wie Flemming mit Recht bemerkt, „ohne zureichenden Grund" für „Athmungs- oder Ernährungsorgane".

Die richtigste Auffassung scheint mir diejenige v. Ihering's zu sein, der in ihnen, allerdings ohne auch nur einen einzigen Grund anzugeben, die Anlage des Nervensystems vermuthete. Für die Richtigkeit dieser Annahme scheint namentlich ihre Lage vor dem rudimentären Muscheldarm zu sprechen. Dieser selbst, welcher, wie mir scheint, der mittleren Grube Forel's entspricht, liegt zwischen und etwas hinter den beiden seitlichen Gruben und besitzt bei den reifen Embryonen zuweilen eine deutlich zweilappige Form (Taf. XII, Fig. 60, RD). Diese dritte mediane Grube, welche also den eigentlichen, allerdings rudimentären Verdauungscanal der Muschelembryonen darstellt, wurde von Flemming zwar gesehen (vgl. namentlich seine Fig. 11, Taf. III), jedoch irrthümlicher Weise mit den beiden seitlichen Gruben in nähere Beziehung gebracht. Daraus erklärt es sich auch, wie Flemming dazukam, diese beiden Gruben mit dem „bilobed gastrula-stomach" Ray Lankester's in Beziehung zu bringen.

Was übrigens diesen „bilobed gastrula-stomach" betrifft, so muss ich gegen diesen Ausdruck aus verschiedenen Gründen Einspruch erheben. Denn fürs erste ist das, was Ray-Lankester „bilobed gastrula-stomach" nennt, in Wirklichkeit nicht mehr der Magen der Gastrula, sondern vielmehr jener des bereits mit einer secundären Mundöffnung ausgestatteten Embryo. Daher passt die Bezeichnung „Gastrulamagen" nicht mehr. Ueberdies ist auch der Magen älterer Embryonen von Cyclas (und wohl auch von Pisidium, dessen Entwicklung mit derjenigen von Cyclas ausserordentlich übereinstimmt,) niemals zweilappig, sondern besteht vielmehr regelmässig aus drei Abtheilungen. Die mittlere davon ist die eigentliche Magenhöhle, die beiden seitlichen dagegen sind die Anlagen der Leber, die hier in ganz analoger Weise, wie bei den Wirbelthieren und zahlreichen Wirbellosen, ursprünglich in Form zweier, symmetrisch rechts und links dem eigentlichen Darmtractus anhängender Säckchen entsteht. Dass diese Säckchen wirklich die Anlagen der Leber darstellen, geht nicht blos aus ihrer späteren Entwicklung, sondern auch daraus hervor, dass der Inhalt ihrer Zellen eine ausgesprochene gelblichbraune Farbe besitzt, während die Zellen der eigentlichen Magenhöhle hell und stark durchscheinend sind. Auch sind die letzteren mit langen, lebhaft beweglichen Flimmerhaaren besetzt, welche den Zellen der Leberanlagen gänzlich fehlen.

Sobald der Muschelembryo eine so hohe Organisationsstufe erreicht hat, wie sie uns auf Taf. XII, Fig. 44 entgegentritt, erfolgt das Ausstossen der Keime. Wie Forel angibt, werden die Embryonen noch von der Eihülle umschlossen geboren.

Wie sich die weitere Entwicklung gestaltet, wie die einzelnen Organe der erwachsenen Muschel aus den einfachen Anlagen des Embryo sich hervorbilden, — darüber herrscht gegenwärtig noch das grösste Dunkel. Die einzige, einigermassen wichtige Veränderung, welche man bisher an den ausgeschlüpften Embryonen wahrgenommen hat, besteht in der allmähligen Rückbildung der Byssusdrüse (Forel). Ueber alle anderen Veränderungen wird man sich höchstens Vermuthungen erlauben dürfen, denen bald ein grösserer, bald ein geringerer Grad von Wahrscheinlichkeit zukommt. So wird es beispielsweise nicht allzu gewagt er-

scheinen, anzunehmen, dass sich der ganze eigentlich verdauende Abschnitt des Darmkanales aus dem kleinen rudimentären Darm des Embryo entwickeln werde; auch wird es gestattet sein, anzunehmen, dass die beiden Schalenhacken über kurz oder lang wieder abfallen werden. Wie sich aber der Fuss, das Herz, die Nieren, die Kiemen und alle anderen Organe entwickeln, darüber könnte man höchstens einige mehr oder weniger unsichere Schlüsse per analogiam ziehen, ohne aber in Wahrheit damit viel gewonnen zu haben. Selbst über die Bildung der beiden Schliessmuskel und über ihr Verhältniss zu dem einzigen Schliessmuskel der Embryonen kann man sich keine sichere Vorstellung bilden.

Wie bereits Leydig bekannt war, gelangen die Embryonen, sobald sie geboren und von den Mutterthieren im Schlamme der Gewässer abgesetzt worden sind, auf die Haut von Fischen, wo alsbald an der Stelle, wo der Embryo sitzt, eine „kleine Geschwulst von epithelialen Zellen entsteht, welche sich nach dessen Ansiedlung auf der Epidermis rasch vermehren und den schmarotzenden Embryo nach und nach einschliessen“ (Forel). In diesem Zustande trifft man sie, wie Forel angibt, an den Brust- und Schwanzflossen, dem Kiemendeckel, den Bartfäden und Lippen verschiedener Fische. Wie lange ihr Aufenthalt hier dauert, ist nicht bestimmt; Forel glaubt, dass sie nach „längstens 3—4 Monaten“ wieder ihre Wirthe verlassen. —

Wir wollen nun noch kurz und im Zusammenhang unsere im Vorausgehenden mitgetheilten Beobachtungen, insoweit dieselben die Keimblätterfrage berühren, mit den betreffenden Angaben Flemming's vergleichen und untersuchen, ob und in wie weit zwischen beiden eine Uebereinstimmung zu finden ist. Es erscheint dies um so mehr als nothwendig, als sich Flemming, wie wir bereits angeführt haben, erst vor Kurzem bemüssigt gefühlt hat, in einer kurzen Notiz den Gegenstand noch einmal zur Sprache zu bringen und seine Beobachtungen mit denjenigen anderer Forscher zu vergleichen, „damit nicht vielleicht von Anderen auf den ersten Blick Widersprüche gesehen werden, wo in der That Uebereinstimmung zu finden ist“.

Dabei müssen wir mit dem auf Taf. X, Fig. 16 abgebildeten Stadium, welches von Haeckel in seiner „Eifurchung und Gas-

trulabildung der Thiere“ Taf. II, Fig. 26 wiedergegeben ist und gegen dessen Deutung sich Flemming zuerst wendet, den Anfang machen. Flemming sagt darüber: „Wenn Haeckel sogar schon für jenes von mir beschriebene Stadium, in welchem erst eine grosse, dunkle und eine grössere Anzahl kleiner, heller Zellen vorhanden ist (meine Fig. 14, Taf. II), die erstere allein als Entoderm auffasst, so geschieht dies mit Unrecht, wie es schon eine etwas genauere Durchsicht meiner Angaben hätte lehren können: es ist in ihnen gezeigt, dass die grosse Zelle auch noch von diesem Stadium an dauernd fortfährt, durch ihre Theilproducte die Wand des hellzelligen Untertheils (also das Ectoderm) zu vergrössern, dass also von einem alleinigen Entodermcharakter der grossen Zelle ebenso wenig die Rede sein kann, wie von einem alleinigen Ectodermcharakter der zweiten Theilungszelle (Fig. 5, Taf. II, p. 87)“. — An diesem Satze fällt uns fürs erste auf, dass Flemming von einem Entoderm spricht, obwohl er in Wirklichkeit, wie aus unseren Auseinandersetzungen hervorgeht, keines gefunden hat. Wenn er daher auf Grund seiner Beobachtungen gegen unsere Darstellung jenes Entwicklungsstadiums auftritt, so lässt er sich offenbar eine contradictio in se zu Schulden kommen. — Fürs zweite entspricht das von ihm angeführte Stadium (seine Fig. 14, Taf. II) nicht vollkommen dem von Haeckel abgebildeten, sondern stellt vielmehr eine etwas frühere Stufe dar. Es hätte ihn das schon „eine etwas genauere Durchsicht“ seiner eigenen Angaben lehren können. Denn das von Haeckel abgebildete Stadium, das, wie auf den ersten Blick hervorgeht, dem auf derselben Tafel Fig. 27 abgebildeten unmittelbar vorhergeht, entspricht ganz genau jenem Stadium, das Flemming selbst als „das der definitiven Theilung des Obertheils“ bezeichnet hat — Fürs dritte endlich muss hervorgehoben werden, dass die kleinere der beiden, aus der Zweitheilung des Keimes hervorgegangenen Zellen, der Flemming den „alleinigen Ectodermcharakter“ streitig macht, dennoch in Wirklichkeit blos Zellen des äusseren Keimblattes aus sich hervorgehen lässt. Wenn Flemming dies bestreitet, so muss dies um so sonderbarer erscheinen, als ihm sowohl die Bildung des mittleren, als jene des inneren Keimblattes vollständig entgangen ist, und als somit eigentlich nur das äussere Keimblatt übrig bleibt, zu dessen Bildung nach Flemming's Beobachtungen die kleinere der beiden Zellen beitragen könnte.

Was ferner dasjenige Stadium betrifft, welches wir als Blastosphaera bezeichnet haben, so beschreibt Flemming dessen Bildung folgendermassen: „Die zahlreichen, hier sowohl (d. i. an der vorderen Zellenspange, die ungefähr dem späteren Vorderwulst entspricht) wie unten und hinten jetzt ausgebildeten Zellen finden nun nicht mehr Platz als Glieder der einschichtigen Blasenwand, sondern drängen sich in's Innere der Höhle, so dass die Blase in diesem Stadium mehrschichtig wird; am dicksten — bis vier Zellen — ist ihre Wand im Bereich des oberen Theiles der Vorderspange“ etc. Von den dreierlei Formbestandtheilen der Blastosphaera weiss also Flemmming gar nichts.

Er sagt nun weiter: „Nun sollte man, nachdem das Material zu einer Blätteranlage gegeben ist, erwarten, dass Keimblattschichten sich gesondert darstellen würden. Die Sache gestaltet sich aber durchaus anders“. Zu dieser Aeusserung scheint mir seine spätere Auffassung (p. 86), nach welcher trotz des Umstandes, dass die Zellen „nicht in abgegrenzten Blätterschichten geordnet liegen“, dennoch „dieses Stadium als das der Keimblätterbildung, soweit der Ausdruck hier überhaupt passt“, betrachtet werden müsse, wenig oder gar nicht zu stimmen.

Das Stadium der Einstülpung, das wir auf Taf. XI, Fig. 28 abgebildet haben und das Haeckel als Amphigastrula beschrieben hat, schildert Flemming folgendermassen: Der Embryo erhält nun eine „ausgeprägte Profilform (!); der Rücken streckt sich von vorn nach hinten fast gerade und der helle Untertheil erscheint nach abwärts stumpf-zipfelartig hervorgebaucht“. „Demnächst bildet sich quer über den Rücken eine seichte Rinne, die ihn in zwei bucklig hervorragende Theile scheidet“ (p. 55). Diese „seichte Rinne“ verschwindet aber, wie wir bereits früher angeführt haben, alsbald wieder und der Rücken streckt sich wieder gerade etc. — Die Abbildung, auf der uns Flemming dieses Einstülpungsstadium vor Augen führt, zeigt an Stelle des inneren und mittleren Keimblattes einen grossen schwarzen Fleck. —

Ich kann mit dem besten Willen zwischen diesen Beobachtungen Flemming's und meinen eigenen keinerlei Uebereinstimmung herausfinden.

Mit jener Beschreibung des Einstülpungsstadiums stimmt nun das, was Flemming neuerlich in seiner „Notiz zur Entwicklungsgeschichte der Najaden“ sagt, jedenfalls sehr schlecht.

Hier gibt er nämlich zu, dass jenes, von Haeckel gegebene Durchschnittsbild ganz wohl seine Richtigkeit haben könne (p. 360) und dass auch Haeckel's Angabe, das eingestülpte Entoderm bestehe aus hohen Cylinderzellen, ganz wohl möglich sei. Wie er nämlich an zerdrückten Embryonen oft gefunden habe, „erschienen die Zellen, welche ihrer Lage nach den Wänden der Einsattlung entsprachen, langgestreckt". Er habe jedoch „versäumt, diesen Umstand zu erwähnen", weil er ihn damals in eine bestimmte Beziehung nicht zu bringen wusste (p. 357). — Also früher war der Embryo „im Bereich des oberen Theiles der Vorderspange vier Zellen dick" und hatte eine „seichte Rinne" am Rücken, jetzt dagegen wäre es ganz wohl möglich, dass eine Einsattlung eines einschichtigen Cylinderzellen-Feldes stattfände!! —

Da nun aber Flemming gegen die Richtigkeit des von Haeckel mitgetheilten Einstülpungsstadiums keine Gründe anzuführen vermag, — da er vielmehr die Möglichkeit desselben ganz wohl zugeben muss, so wendet er sich gegen die Deutung des beobachteten Entwicklungsvorganges. Er meint, dass man „mehr Grund" zu der Annahme habe, die eingestülpte Zellenmasse sei eine Homologon der von Ray Lankester sogenannten „Schalendrüse" (shell-gland), als zu glauben, dass man es hier mit einem wirklichen Entoderm zu thun habe. Freilich, — für einen Forscher, dem es nicht schwer fällt, die Gastrula noch lange nach der Bildung der Schale, ja selbst noch zur Zeit der Bildung des Mantels zu suchen, könnte es doch gar nicht bedenklich erscheinen, wenn eine sogenannte Schalendrüse noch vor dem Entoderm entstände! Wie sonderbar ist es doch zum Beispiel, dass die Furchung nicht erst anfängt, nachdem bereits die Byssusdrüse gebildet ist! Hat doch erst kürzlich Salensky gefunden, dass bei Amphilina die Embryonalhülle früher als der Embryo auftrete und dass die ersten Organe lange einzellige Drüsen seien! Wird es uns da noch wundern können, wenn künftig einmal ein Forscher mit der „Beobachtung" hervortritt, dass sich bei manchen Säugethieren zuerst die Placenta, dann erst der Embryo, oder bei manchen Vögeln zuerst der Schnabel, dann erst der Kopf entwickle? —

Bevor wir nun auf eine Betrachtung des Baues der fertigen Embryonen übergehen, wollen wir in Kürze einige der wichtigeren Vorgänge besprechen, welche sich nach der Bildung der Keimblätter am Embryo vollziehen.

Eine der merkwürdigsten und am schwierigsten zu verstehenden Erscheinungen ist unstreitig das Verschwinden der primären und das Auftreten der secundären Mundöffnung. Diese Erscheinung ist namentlich deshalb von so hohem Interesse, weil sie sich bei den Embryonen der verschiedensten Thiere und unter den verschiedensten äusseren Verhältnissen wiederfindet. Schon diese Allgemeinheit ihrer Verbreitung und die Verschiedenheit der Entwicklungsverhältnisse, unter denen die betreffenden Embryonen leben, lassen uns erkennen, dass wir es hier nicht etwa mit cenogenetischen, durch Anpassungen an die jeweiligen Entwicklungsverhältnisse hervorgerufenen Vorgängen zu thun haben, sondern dass vielmehr in der That palingenetische, durch gemeinsame Vererbung bedingte Verhältnisse vorliegen. Die richtige Deutung dieser eigenthümlichen Vorgänge, das phylogenetische Verständniss derselben, wird aber durch zahlreiche Hindernisse in hohem Grade erschwert. Die Angaben der verschiedenen Beobachter widersprechen sich nämlich in diesem Punkte geradezu in schauderhafter Weise. Es mag das einigermassen in der Schwierigkeit der Beobachtungen seinen Grund haben; doch ist es als sicher anzunehmen, dass in Wirklichkeit die Widersprüche lange nicht so gross und durchgreifend sind, als es nach den Angaben der Mehrzahl der Forscher zu sein scheint. Es wird daher auch hier von Vortheil sein, bei entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen von allgemeinen Gesichtspunkten auszugehen, sich stets alle Möglichkeiten vor Augen zu halten und beständig die bezüglichen Beobachtungen Anderer im Gedächtnisse zu behalten.

Vorläufig möge es gestattet sein, gestützt auf einige der sichereren Beobachtungen (Ascidien, Sagitta, Holothuria, Limnaeus, Unio etc.), eine Erklärung der angeführten Entwicklungsvorgänge zu geben. Sie soll einerseits dazu dienen, die Aufmerksamkeit der Forscher auf diesen wichtigen Gegenstand zu lenken, andererseits aber auch dazu, den Beweis zu liefern, dass man nicht völlig jede Hoffnung auf ein Verständniss desselben aufgeben müsse.

Wenn das biogenetische Grundgesetz richtig ist, — und es liegt kein Grund vor, daran zu zweifeln —, so war die primäre Mundöffnung der Bilaterien-Vorfahren wahrscheinlich nach oben zu, d. h.

gegen die spätere Rückenfläche hin gelegen. Diese Lage des primären Mundes stimmt auch vollkommen zu der Vorstellung, welche wir uns von der Entwicklung der ersten Bilaterien aus der Gastraea gebildet haben. Nun lehrt uns aber nicht blos die Organisation der niedrigsten Würmer, die offenbar jenen ersten Bilaterien am nächsten stehen, sondern auch diejenige aller übrigen Bilaterien auf das deutlichste, dass eine, auf der Bauchfläche gelegene Mundöffnung bei der diesen Thieren eigenthümlichen Bewegung nach einer bestimmten Richtung, und um so mehr natürlich bei der, den Würmern und jenen Bilaterien-Vorfahren eigenthümlichen Kriechbewegung einen viel grösseren Vortheil gewährt, als eine an der Dorsalfläche gelegene Mundöffnung. Bei allen diesen Thieren, mit einziger Ausnahme einiger Parasiten, bei denen entweder, wie bei Ascaris, Oxyuris etc. die Mundöffnung an der Spitze des vorderen Körperendes gelegen ist, oder bei denen überhaupt jedweder Verdauungskanal fehlt, liegt nämlich die Mundöffnung an der dem Boden zugekehrten, d. h. ventralen Fläche des Körpers. Es wird daher nicht sehr gewagt sein, anzunehmen, dass sich auch bei unseren Bilaterien-Vorfahren an der ventralen Fläche, und zwar an dem, der primären Mundöffnung entgegengesetzten Körperende, eine zweite Oeffnung entwickelte, welche für die Nahrungsaufnahme offenbar viel günstiger gelegen war, als jene dorsal gelegene Körperöffnung. Ob sich aber der primäre Mund ganz schloss, oder zum After wurde, das lässt sich nach den bisherigen Beobachtungen nicht mit Sicherheit bestimmen. Die an Unio vorgefundenen Verhältnisse können uns deshalb nicht zum Ausgangspunkte dienen, weil die Embryonen keinen vollkommen entwickelten, sondern vielmehr einen verkümmerten, rudimentären Darmkanal besitzen.

Eine andere interessante Erscheinung ist das ausserordentlich frühzeitige Auftreten der Schale. Schon die Thatsache, dass die Schale ursprünglich nicht in Form zweier von einander getrennter Hälften, sondern vielmehr als zusammenhängendes Häutchen erscheint, und dass ihre Bildung ganz unabhängig von der Entwicklung des Mantels erfolgt, besitzt unstreitig eine grosse, phylogenetische Bedeutung. Ihr frühzeitiges Auftreten steht überdies im vollsten Einklange mit dem bereits oben angeführten Müller'schen Satze, „dass die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlägt“.

Ueberhaupt ist es eine Thatsache von hohem allgemeinen Interesse, dass ein Organ während der individuellen Entwicklung um so früher auftritt, je grösser seine Bedeutung für die erwachsenen Thiere ist. Schon in einer früheren Abhandlung wurde hervorgehoben, wie ausserordentlich frühzeitig die für die Gastropoden so charakteristische Radula während der individuellen Entwicklung dieser Thiere erscheint. Auch das frühzeitige Auftreten der medianen, ursprünglich phylogenetisch getrennten Mesodermplatte der Wirbelthiere, die, wie wir gesehen haben, dem „Axenstrange" His' ungefähr gleichkommt, lässt sich von diesem Gesichtspunkte aus vollkommen begreifen. Dasselbe gilt nun auch von der für die Lamellibranchiaten so charakteristischen Schale; denn diese kommt bekanntlich allen, dieser Thierklasse zugehörigen Arten, selbst den in ihrer gesammten übrigen Erscheinung so ausserordentlich von ihren Stammesgenossen abweichenden Pfahlmuscheln, in derselben charakteristischen Lagerung und Anordnung zu.

Dieses frühzeitige Auftreten charakteristischer Organe wurde schon von Baer ganz richtig erkannt, indem er es als ein allgemeines „Gesetz der individuellen Entwicklung" hinstellte, „dass das Gemeinsame einer grösseren Thiergruppe sich früher im Embryo bildet, als das Besondere". Auch Rathke hat dieses „Gesetz" in seiner grossen Bedeutung für die vergleichende Entwicklungsgeschichte der Thiere klar erkannt und desselben mehrmals Erwähnung gethan. —

Wenden wir uns nun zu einer Betrachtung der erwachsenen und zum Ausschlüpfen reifen Embryonen! Dabei müssen wir der Reihe nach folgende Punkte genauer in's Auge fassen:

1. Die geringe Entwicklung des Darmes; 2. Die Schalenhacken oder „Schalenaufsätze"; 3. Die Byssusdrüse; 4. Die Schalen; 5. Den Mangel des Fusses; 6. Die Borstenzellen am Mantelrande. — Bei der Betrachtung dieser sechs Punkte müssen wir uns vor Allem vergegenwärtigen, dass die Embryonen, mit denen wir es zu thun haben, eine parasitische Lebensweise führen und dass wir daher an ihnen Charaktere zu finden erwarten dürfen, welche lediglich durch Anpassung an diese ihre Lebensweise erworben worden sein können. Auf der anderen Seite müssen wir aber auch im Auge behalten, dass überall da, wo wir es mit einer

Entwicklung mittelst Metamorphose (metamorpher Hypogenese Hkl.) zu thun haben, die Embryonen unverhältnissmässig lange auf einem und demselben Entwicklungsstadium verharren und dass in Folge dessen dieses Stadium, welches bei einer Entwicklung ohne Metamorphose (epimorpher Hypogenese Hkl.) ebenso rasch, wie alle übrigen verlaufen würde, sehr beträchtlich in die Länge gezogen wird. Selbstverständlich wiederholen aber die Embryonen auf diesen, in die Länge gezogenen Entwicklungsstadien ganz in derselben Weise, wie auf allen jenen, die noch innerhalb der Eihülle durchlaufen werden, Entwicklungsstufen, welche die Vorfahren der betreffenden Thiere in früherer Zeit durchlaufen haben. Mit anderen Worten: Bei der Entwicklung mit Metamorphose werden einzelne phylogenetische Entwicklungsstufen ausführlicher wiederholt, als bei solcher ohne Metamorphose. Beispiele dafür liefern die Insekten, Myriapoden, Crustaceen, Brachiopoden, Ascidien, Amphibien etc. in Hülle und Fülle. Solche „active Embryonen", wie sich Darwin ausdrückt, haben wir nun auch in den Embryonen von Unio vor uns. Wir dürfen daher erwarten, an ihnen nicht blos solche Charaktere zu finden, welche sich durch Anpassung an die parasitische Lebensweise erklären lassen, sondern auch solche, die lediglich durch eine Zurückführung auf phylogenetische Entwicklungsvorgänge verstanden werden können.

1. Was nun zunächst die geringe Entwicklung des Darmkanales der Muschelembryonen betrifft, so müssen wir hierin unbedingt einen durch Anpassung an die parasitische Lebensweise hervorgerufenen Charakter erblicken. Denn einerseits lehrt uns die Thatsache, dass ursprünglich das Entoderm in ganz gewöhnlicher Mächtigkeit angelegt wird, auf das entschiedenste, dass auch bei den Vorfahren der Muscheln ursprünglich ein ganz wohlentwickelter Darm vorhanden war. Andererseits kennen wir aber nicht wenige Parasiten, denen jedwede Spur eines Verdauungskanales gänzlich fehlt. Es genügt, in dieser Hinsicht an die Tänien und Echinorhynchen, an die Wurzelkrebse und complimentären Männchen der Cirripedien zu erinnern. Bei allen diesen war in früherer Zeit ohne allen Zweifel ein wohlentwickelter Darm vorhanden, der sich aber allmählich im Anschlusse an die parasitische Lebensweise rückbildete, während gleichzeitig ein anderes Organ, die äussere Haut, die Aufnahme der flüssigen Nahrung übernahm. In gleicher Weise scheint sich auch bei den Embryonen von Unio und Anodonta,

welche gleichsam in einer Cyste eingeschlossen auf der äusseren Haut von Fischen parasitiren, der ursprünglich in gewöhnlicher Weise entwickelte Darm allmählich rückgebildet zu haben und in Folge von Nichtgebrauch atrophisch geworden zu sein, während gleichzeitig die äussere Haut den gesammten Stoffwechsel und die Ernährung besorgte.

2. In gleicher Weise scheint auch die Anwesenheit der eigenthümlichen Schalenhacken oder „Schalenaufsätze", über deren Bedeutung sich keiner der bisherigen Beobachter Rechenschaft zu geben vermochte, ganz einfach und natürlich durch die Annahme einer Anpassung an die parasitische Lebensweise erklärt werden zu können. Denn bekanntlich führen die Embryonen mittelst ihres Schliessmuskels sehr kräftige und vehemente Bewegungen aus, wodurch die Schalen mit grosser Gewalt zusammengeklappt werden. Sobald nun ein Fisch in dem Schlamme der Gewässer, wo die Muschelembryonen zu Tausenden mit halbgeöffneter Schale nebeneinander liegen, wühlt, werden sofort zahlreiche Embryonen, dadurch gereizt, mit grosser Gewalt ihre Schalen zusammenklappen, wobei es wohl dem einen oder dem andern derselben gelingen kann, sich mit seinen Schalenhacken in die Haut des Fisches einzuhacken und dadurch auf seinen künftigen Wirth zu gelangen. Mit dieser Annahme scheint mir auch der Umstand zu stimmen, dass nach den Angaben Forel's allem Anscheine nach die Embryonen hauptsächlich am vorderen Körpertheil, an den Lippen und Bartfäden, dem Kiemendeckel und den Brustflossen vorkommen; wenn sie ausserdem auch an der Schwanzflosse und vielleicht auch am Rücken und an den anderen Körpertheilen gefunden werden, so widerspricht dies keineswegs unserer Annahme, da ja mit dem aufgewühlten Schlamme jedenfalls auch zahlreiche Embryonen emporgewirbelt werden, die sich, sobald sie zu Boden sinken, in die Haut ihrer Ruhestörer einzuhacken vermögen.

Nur bei dieser Annahme scheint es mir verständlich zu sein, wie die sonst so trägen und unbehülflichen Embryonen auf die Haut ihrer Wirthe gelangen.

3. Etwas schwieriger ist schon das Vorhandensein einer so gewaltigen Byssusdrüse zu erklären, die es zur Abscheidung eines Fadens bringt, dessen Länge um mehr als das Fünfzigfache die Länge der Embryonen übertrifft. Jedenfalls ist der Umstand, dass bei den Embryonen von Unio und Anodonta, geradeso wie bei Cyclas, nur während des embryonalen Lebens eine Byssus-

drüse vorkommt, während die meisten Muscheln eine solche während der ganzen Zeit ihres Lebens besitzen, von hohem Interesse, und ich stehe nicht an, die Byssusdrüse der Najaden-Embryonen für ein Homologon des gleichnamigen Organes der übrigen Muscheln anzusehen. Dagegen glaube ich, dass dieselbe ursprünglich in viel geringerer Mächtigkeit entwickelt war — etwa in ähnlicher Weise wie bei Cyclas — und dass sie erst langsam und allmählich durch Anpassung an die parasitische Lebensweise der Embryonen eine so kolossale Grösse erlangte. Wie wir nämlich gesehen haben, verfilzen und verflechten sich die Byssusfäden benachbarter Embryonen mit einander so innig, dass es wohl kaum gelingen dürfte, einen in solcher Weise verflochtenen Faden von den übrigen zu isoliren. Wenn es nun in der oben beschriebenen Weise auch nur einem einzigen oder nur sehr wenigen Embryonen gelungen sein sollte, sich in der Haut eines Fisches festzuhacken, so wird dennoch jedesmal eine grössere Menge von Embryonen mitgerissen, wodurch natürlich ihre Aussicht, auf ihren Wirth zu gelangen, in bedeutendem Grade erhöht wird. Mit dieser Annahme scheint mir auch die von Forel mitgetheilte Beobachtung zu stimmen, dass sich die Byssusdrüse während des Parasitirens allmählich wieder rückbilde und später nur mehr „spurweise“ vorhanden sei.

4. Das, was uns an den Schalen der reifen Embryonen am meisten in die Augen fällt, sind die zahlreichen feinen Porencanäle, von denen dieselben durchsetzt werden. Es ist dies bekanntlich eine Eigenthümlichkeit, die sonst nur unter den Brachiopoden eine weitere Verbreitung besitzt. Die Paläontologen benützen sie daher schon seit langer Zeit im Vereine mit einigen anderen Merkmalen als ein Mittel, wodurch „sich auch die kleinsten Stückchen eines Brachiopoden-Gehäuses von allen sonstigen Molluskenschalen sofort unterscheiden“ lassen (Zittel). Dass jedoch dieses Mittel kein unbedingt verlässliches ist, beweist der oben angeführte Umstand, dass auch an der Schale von Cyclas ganz ähnliche Porenkanäle vorkommen. Immerhin mag es aber als eine Thatsache von hohem Interesse angesehen werden, dass die Schalen der Najaden-Embryonen einen Charakter besitzen, der sonst hauptsächlich nur den Brachiopoden eigenthümlich ist. Dass auch die Schalen von Cyclas ein ganz ähnliches Verhalten aufweisen, mag vielleicht mit dem von Fritz Müller hervorgehobenen Umstand in Zusammenhang zu bringen sein, dass die Bewohner

des süssen Wassers in sehr vielen Fällen eine ursprünglichere Organisation bewahrt haben, als ihre Verwandten im Meere.

Was weiter die Thatsache betrifft, dass die beiden Schalenklappen der Najaden-Embryonen, wie bereits erwähnt, nicht getrennt und unabhängig von einander, sondern vielmehr in einer gemeinsamen Grundanlage entstehen, und dass diese Grundanlage ein continuirlich zusammenhängendes Häutchen bildet, so scheint uns dieselbe einen Schlüssel zum Verständnisse der Muschelschalen an die Hand zu geben. Schon der Umstand, dass bei allen Muscheln die beiden Schalenklappen am Rücken durch das Schlossband continuirlich mit einander zusammenhängen, beweist, wie Gegenbaur zuerst hervorgehoben hat, auf das bestimmteste, dass beide Klappen „nur als ein einheitliches Organ" aufgefasst werden müssen, „dessen beide Hälften nur durch ihr Volum, wie durch die Verkalkung vom medianen Theile sich unterscheiden". Die Richtigkeit dieser Auffassung wird durch die beschriebene Bildungsweise der Schale auf das vollste bestätigt. Es wird daher gestattet sein, die beiden Klappen der Lamellibranchiaten als ein dem dorsalen Gehäuse der Schnecken homologes Gebilde zu betrachten, und nicht etwa nur die eine oder die andere derselben dem Schneckengehäuse gleichzusetzen. Desgleichen dürfen wir nur die dorsale Schalenklappe der Brachiopoden mit den beiden Klappen der Lamellibranchiaten vergleichen und nicht etwa, wie es z. B. von Bronn geschehen ist, in beiden die Homologa der beiden Hälften der Muschelschalen erblicken. Was ferner die Frage betrifft, ob man auch zwischen den Schalenklappen der Brachiopoden und dem Gehäuse der Schnecken eine Homologie erblicken dürfe, so scheint es nicht unwahrscheinlich zu sein, dass die dorsale Schalenklappe der ersteren mit dem gleichfalls dorsalen Gehäuse der letzteren verglichen werden dürfe; ob man aber die ventrale Schalenklappe der Brachiopoden mit dem bei den meisten Gastropoden entweder zeitlebens, oder doch während des Embryonallebens vorkommenden Operculum vergleichen dürfe, oder ob letzteres, wie es wohl wahrscheinlich ist, nur ein durch Anpassung erworbenes Gebilde sei, muss dahingestellt bleiben.

Wir könnten in unseren Betrachtungen noch weiter gehen und die Schalen der Mollusken mit dem röhrenförmigen Gehäuse der Tubicolen vergleichen. Dieser Vergleich, welcher von Morse[1])

---

[1]) Edward S. Morse, „On the systematic position of the Brachiopoda".

hinsichtlich der Brachiopoden bereits durchgeführt wurde, würde uns, falls die vorausgehenden Betrachtungen richtig sind, zu der Annahme führen, dass bei den Brachiopoden, eine Differenzirung des ringsum geschlossenen Tubicolen-Gehäuses in eine dorsale und ventrale Hälfte stattgefunden habe, während bei den Lamellibranchiaten eine Differenzirung in zwei laterale Hälften eingetreten sei. Von den Brachiopoden würden dann Cephalophoren und von diesen wieder die Cephalopoden abzuleiten sein.

Die Lösung dieser und ähnlicher Fragen hängt aufs innigste mit der Frage nach der Phylogenie der Mollusken zusammen. Hoffentlich wird es bei genauerer Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und bei vergleichender Betrachtung des anatomischen Baues dieser Thiere gelingen, auch für diese, gegenwärtig leider noch so dunkle Frage eine befriedigende Antwort zu finden. Für die Erreichung dieses Zieles ist aber eine klare und präcise Fragestellung die erste Bedingung.

5. Ob der Mangel des Fusses als eine durch Anpassung oder durch Vererbung hervorgerufene Erscheinung aufgefasst werden müsse, kann nicht mit voller Sicherheit entschieden werden. Für die erstere Auffassung scheint der Umstand zu sprechen, dass die Byssusdrüse sonst regelmässig eine mehr oder weniger innige Beziehung zum Fusse besitzt; für die letztere dagegen der Umstand, dass sich an den reifen Najaden-Embryonen auch nicht die geringste Spur eines Fusses findet, während man doch erwarten dürfte, dass, wenn ursprünglich ein wohlentwickelter Fuss vorhanden gewesen wäre, man an den Embryonen doch wenigstens noch ein Rudiment eines solchen vorfinden sollte. Vielleicht liessen sich beide Auffassungen in der Weise vereinigen, dass man annähme, die Vorfahren der Lamellibranchiaten hätten zwar einen Fuss besessen, derselbe hätte jedoch eine relativ viel geringere Grösse als heutzutage gehabt und dieser relativ gering entwickelte Fuss, den früher auch die Najaden-Embryonen besessen, wäre nun bei diesen in späterer Zeit durch Anpassung an die parasitische Lebensweise in Folge von Nichtgebrauch wieder verloren gegangen.

6. Was endlich noch die Borstenzellen am Mantel-

(From the Proceedings of the Boston Society of Natural History, Vol. XV, March 19 th, 1873.)

Idem, „Embryology of Terebratulina". (From the Memoirs of the Boston Society of Natural History, Vol. II.)

rande betrifft, so erinnert ihr Anblick sofort unwillkürlich an die Borstenbüschel, welche am Mantelrande der Brachiopoden paarweise und symmetrisch angeordnet sind. Jedoch kann ein Vergleich mit denselben schon deshalb nicht gestattet sein, weil sie einen ganz anderen Bau, als diese, besitzen. Die Borstenbüschel der Brachiopoden sind nämlich, wie Morse gezeigt hat, als Homologa der Annelidenborsten zu betrachten, eine Auffassung, welche auf die Borsten der Najaden-Embryonen wegen ihres völlig verschiedenen Baues keine Anwendung finden kann.

Wir haben uns dagegen die Frage vorzulegen, ob die Borstenzellen, welche, wie zuerst Flemming hervorgehoben hat, in ihrem Baue den Nervenepithelien ähnlich sind, Sinneseindrücke zu vermitteln vermögen und ob sie, da den Embryonen dadurch unstreitig ein Vortheil erwüchse, durch Anpassung erworben worden sein können. Gegen eine solche Annahme scheint allerdings der Umstand zu sprechen, dass zur Zeit, als die Borstenzellen auftreten, das centrale Nervensystem selbst erst in der Bildung begriffen ist und in diesem Zustande wohl kaum schon im Stande sein dürfte, eine Bewegung auszulösen. Andererseits muss aber daran erinnert werden, dass die Embryonen, noch lange bevor auch nur die geringste Spur einer Nervenanlage vorhanden ist, bereits lebhafte Bewegungen auszuführen im Stande sind, die denn doch nur auf vorhergehende Reize erfolgen können. Von diesem Gesichtspunkte aus scheint es nicht unwahrscheinlich zu sein, dass einzelne Zellen der äusseren Haut im Lauf der Zeit einen grösseren Grad von Reizbarkeit erwarben, als die übrigen. Die Lösung dieser und ähnlicher höchst schwieriger Fragen muss übrigens den Physiologen überlassen bleiben und es mag genügen, hier nur darauf aufmerksam gemacht zu haben.

Unsere Betrachtungen haben uns demnach zu dem Schlusse geführt, dass die geringe Entwicklung des Darmes, die kolossale Grösse der Byssusdrüse, die Schalenhacken und wahrscheinlich auch die Borstenzellen am Mantelrande Charaktere sind, welche wohl nur durch Anpassung an die parasitische Lebensweise der Embryonen erworben worden sein können; die Porenkanäle der Schale und vermuthlich auch zum Theile der vollständige Mangel eines Fusses sind dagegen Charaktere, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit auf frühere phylogenetische Entwicklungsstufen bezogen werden müssen. —

So hat sich uns denn ein Bild jener Entwicklungsgeschichte entrollt, von der man seit Langem nur mit einer gewissen Scheu

und Zurückhaltung zu sprechen wagte; es schien fast, als wäre über sämmtliche Entwicklungsvorgänge ein geheimnissvoller Schleier gebreitet, den zu heben sich eine nicht unansehnliche Zahl von Forschern vergeblich bemühte. So nennt Forel die Entwicklungsgeschichte der Najaden geradezu eine „geheimnissvolle“ und keiner seiner Nachfolger vermochte an diesem Urtheile etwas zu ändern. In Wirklichkeit aber ist die Najadenentwicklung, wie wir gesehen haben, lange nicht so complicirt und geheimnissvoll, als man stets annehmen zu müssen glaubte. Für die Richtigkeit unserer Resultate scheint uns vor Allem ihre Einfachheit zu sprechen. Immerhin wird man aber an unsere Beobachtungen einen ganz anderen und viel strengeren Maassstab zu legen haben, als an unsere allgemeinen Betrachtungen und Schlüsse. Ich erinnere in dieser Hinsicht an die Worte Carl Ernst v. Baer's: „Irrige, aber bestimmt ausgesprochene allgemeine Resultate haben durch die Berichtigung, die sie veranlassen, und die schärfere Beachtung aller Verhältnisse, zu der sie nöthigen, der Wissenschaft fast immer mehr genützt, als vorsichtiges Zurückhalten in dieser Sphäre. Anders ist es mit der Beobachtung. Diese kann nie genau genug sein.“ —

Erklärung der Tafeln.

Taf. X.

Fig. 1. Eischollen von Unio pictorum; a eine Eischolle, welche gegen den freien Rand der Kieme in zwei Blätter gespalten ist; b einfache, nicht gespaltene Eischolle. Nat. Gr.

Fig. 2. Mehrere Eier von Unio pictorum, schwach vergr.

Fig. 3. Mikropyle; Fig. 3 A von der Seite gesehen. Fig. 3 B von oben gesehen. Vergr. 650.

Fig. 4. Befruchtetes, aber noch nicht gefurchtes Kiemenei; m Mikropyle; s zarter, durchsichtiger Strang, der von der Mikropyle zum vegetativen Keimpol zieht; h Eihülle; e Eiweissmasse; o Keim; r erstes „Richtungsbläschen"; r' zweites, eben in der Bildung begriffenes „Richtungsbläschen". Vergr. 320.

Fig. 5. Vegetativer Keimpol nach der Ablösung des Keimes von der Mikropyle; Fig. 5 A früheres, 5 B späteres Stadium.

Fig. 6. Animaler Keimpol während der Austreibung der „Richtungsbläschen"; Fig. 6 A unmittelbar auf die Austreibung des ersten „Richtungsbläschens" r folgendes Stadium; Fig 6 B ein späteres, auf die Fig. 4 angegebene Stufe folgendes Stadium; Fig. 6 C ein noch etwas späteres Stadium; r erstes, r' zweites „Richtungsbläschen". In beiden Körperchen bemerkt man einige Körnchen.

Fig. 7. Zweitheilung des Keimes. 1 grössere, 2 kleinere Furchungskugel; l helle Trennungslinie zwischen beiden Furchungskugeln; r „Richtungsbläschen"; α animaler, β vegetativer Keimpol. Vergr. 320. Bei durchf. Lichte.

Fig. 8. Dreitheilung des Keimes. 2 und 3 sind die Theilungsproducte der Zelle 2 (Fig. 7). Bei auff. Lichte. Vergr. 320.

Fig. 9. Unmittelbar vor der Viertheilung. In Zelle 2 bemerkt man eine karyolytische Figur. Vergr. 320.

Fig. 10. Viertheilung des Keimes. fh hellere Stelle zwischen den Zellen 1 und 4. Vergr. 320.

Fig. 11. Fünftheilung des Keimes. Vergr. 320.

Fig. 12. Siebentheilung des Keimes. Vergr. 320.

Fig. 13. Achttheilung des Keimes; und zwar: Fig. 13 A von vorne, 13 B von hinten gesehen. Vergr. 320.

Fig. 14. Neuntheilung des Keimes; die einzelnen Furchungskugeln haben sich gegen einander etwas verschoben. Fig. 14 A von der

einen, Fig. 14 B von der andern Seite gesehen; fh Furchungshöhle, welche bei auffallendem Lichte dunkel erscheint. Vergr. 320.

Fig. 15. Etwas weiter vorgeschrittenes Stadium. α animaler, β vegetativer Pol; 1 grosse Zelle am vegetativen Pol, z Zellen, welche die Furchungshöhle begrenzen. Die Figur ist so gezeichnet, dass die Fur chungshöhle durchschimmert. Vergr. 320. — Dieses Stadium ist das der definitiven Theilung des Obertheils nach Flemming. — Sämmtliche Zellen sind in natürlicher Lagerung und Zahl gezeichnet.

Fig. 16. Dasselbe Stadium im optischen Durchschnitt (Transversal-Schnitt). fh Furchungshöhle; α, β etc. wie früher. Vergr. 320.

Fig. 17. Die Zelle 1 (Fig. 15), der „Obertheil" nach Fl., hat sich in die beiden Zellen I und II getheilt. Alle übrigen Bezeichnungen wie früher. Vergr. 320. — Sämmtliche Zellen sind in natürlicher Lagerung und Zahl gezeichnet.

Fig. 18. Dasselbe Stadium im optischen Durchschnitt (Transveral-Schnitt). fh Furchungshöhle; α, β etc. wie Fig. 17. Vergr. 320.

Fig. 19. Etwas weiter vorgeschrittenes Stadium. Die Zelle I (Fig. 17) hat sich in die beiden Zellen Ia und Ib getheilt. Davon, dass keine weitere Theilung der grossen Zellen stattgefunden habe, habe ich mich durch Umwenden des Präparates überzeugt. α, β etc. wie früher. Vergr. 320.

Fig. 20. Die Zelle II, Fig. 17 und 19, hat sich in die beiden Zellen IIa und IIb getheilt. Hinsichtlich der Zahl dieser grossen Zellen gilt das früher Gesagte. α, β etc. wie früher. Vergr. 320.

Fig. 21. Die beiden grösseren Zellen Ia und IIa haben sich in je zwei Theile getheilt. Fig. 21 A von der einen, 21 B von der anderen Seite. Bezeichnungen wie in Fig. 20. Vergr. 320.

Fig. 22. Etwas späteres Stadium. Die Zellen VZ am vegetativen Pol β sind die Abkömmlinge der Zelle 1 auf Fig. 15. Vergr. 320.

Fig. 23. Dasselbe Stadium im optischen Duchschnitt (Transversal-Schnitt). fh Furchungshöhle. Alle übrigen Bezeichnungen wie früher. Vergr. 320.

Die Contouren fast sämmtlicher Figuren sind mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet.

Taf. XI.

Vergr. auf allen Fig., mit Ausnahme von 42 und 43, 320.

Fig. 24. Etwas späteres Stadium. Die Zellen VZ, Fig. 22, Taf. I, haben sich mit Ausnahme von zweien (m) abermals getheilt (i). e animale Zellen. α, β wie früher.

Fig. 25. Optischer Sagittalschnitt durch dasselbe Stadium. Die Zellen i (Entodermzellen) und m (Mesodermzelle) sind die Abkömmlinge der Zellen VZ, Fig. 22 und 23, Taf. I. fh Furchungshöhle, r „Richtungsbläschen"; das Uebrige wie früher.

Fig. 26. Optischer Sagittalschnitt durch ein etwas späteres Stadium. Die beiden Mesoderm-Zellen, von denen nur eine (m) sichtbar ist, sind

von den Ectoderm-Zellen e überwachsen worden. Bezeichnungen wie früher.

Fig. 27. Beginn der Einstülpung der Cylinder-Zellen i. Bezeichnungen wie früher.

Fig. 28. Stadium der vollendeten Einstülpung. m grosse Mesoderm-Zelle, m′ kleine Abkömmlinge derselben. Alle übrigen Bezeichnungen wie früher.

Fig. 29. Dasselbe Stadium im optischen Querschnitt („Querschnitt" in Beziehung auf den nur mit der primären Mundöffnung ausgestatteten Embryo; wenn man den mit einer secundären Mundöffnung ausgestatteten Embryo zum Ausgangspunkte der Beurtheilung nimmt, ist dieser Schnitt ein Horizontalschnitt). v. vorne in Beziehung auf den Embryo mit sec. Mundöffnung. Alles Uebrige wie früher.

Fig. 30. Dasselbe Stadium bei auffallendem Lichte. V Vorderende, H Hinterende, R Rücken, B Bauch, Alles in Beziehung auf den Embryo mit sec. Mundöffnung. r „Richtungsbläschen", h grosse Zellen am Hinterende des Körpers.

Fig. 31. Dasselbe Stadium von der Bauchseite gesehen, um die drei grossen Zellen am Hinterende des Körpers, h, zu zeigen, d rechts, s links, V vorne, H hinten.

Fig. 32. Etwas späteres Stadium im optischen Sagittalschnitt. e Ectoderm m grosse Mesoderm-Zelle, m′ kleine Abkömmlinge derselben, i Entoderm (primärer Darm), fh Furchungshöhle, R (β) Rückenseite, früher vegetativer Pol β, B (α) Bauchseite, früher animaler Pol α, V Vorderende, H Hinterende, r „Richtungsbläschen", h grosse Ectoderm-Zelle am hinteren Körperende.

Fig. 33. Etwas späteres Stadium; Oberflächenansicht. ek Kerne von Ectoderm-Zellen, welche die oberen Abschnitte der beiden Seitenflächen des Körpers einnehmen. Alle übrigen Bezeichnungen wie früher.

Fig. 34. Dasselbe Stadium vom hinteren Körperende aus gesehen; Oberflächenansicht. S Schale, als ein zusammenhängendes Häutchen sichtbar, sm Schliessmuskel durchschimmernd, d rechts, s links, R und B wie früher.

Fig. 35. Etwas späteres Stadium. Oberflächenansicht, wobei die wichtigeren inneren Theile durchschimmern. by Anlage der Byssusdrüse, by′ Mündung derselben, z Mesoderm-Zellen („Strangzellen" Flemming), i Darm; übrige Bezeichnungen wie früher.

Fig. 36. Etwas späteres Stadium. sr Schalenrand, E Einstülpung an der Bauchfläche; alle übrigen Bezeichnungen wie früher.

Fig. 37. Dasselbe Stadium vom hinteren Körperende gesehen. Bezeichnungen wie früher.

Fig. 38. Späteres Stadium, um die Formveränderung der Schale zu zeigen. Bezeichnungen wie früher.

Fig. 39. Dasselbe Stadium von hinten gesehen. Bezeichnungen wie früher.

Fig. 40. Ein späteres Stadium von der linken Seite gesehen. Die Schale hat bereits eine dreieckige Form. Bezeichnungen wie früher.

Fig. 41. Späteres Stadium von hinten gesehen. ME Einstülpung an der Bauchfläche, welche zur Bildung der beiden Mantelhälften führt.

An der Schale bemerkt man bereits die Ausmündungen der zahlreichen, sie durchsetzenden Porenkanäle; sm Schliessmuskel.

Fig. 42. Eingangsöffnung der Byssusdrüse.

Fig. 43. Dieselbe, späteres Stadium.

Taf. XII.

Fig. 44. Reifer Embryo von Unio pictorum bei geöffneter Schale von der Bauchseite gesehen. RD rudimentärer Darm, sg seitliche Gruben, wp Wimperschild, Fl., flimmernd; mt Mittelschild, sh Schalenhacken bz^1 bis bz^4 Borstenzellen.

Fig. 45. Reifer Embryo von Unio tumidus, bei geschlossener Schale schief von der rechten Seite gesehen. Bz^1—Bz^4 erste bis vierte Borstenzelle, i Darm, Sm Schliessmuskel, byf Byssusfaden. Vergr. 320.

Fig. 46. Reifer Embryo von Unio tumidus, bei geschlossener Schale vom hinteren Körperende aus gesehen. Bezeichnungen wie Fig. 45. Vergr. 320.

Fig. 47. Schlossrand der Schale; V vorne, H hinten.

Fig. 48. Ansatz des Schalenhackens an die Schale.

Fig. 49. Erste Borstenzelle.

Fig. 50. Eine andere Borstenzelle.

Fig. 51. Sagittalschnitt durch das Stadium der vollendeten Einstülpung. e äusseres, i inneres Keimblatt, m grosse Mesoderm-Zelle, OI primäre Mundöffnung, B dickste Stelle des Ectoderms. Vergr. 400.

Fig. 52. Querschnitt durch dasselbe Stadium. Bezeichnungen wie früher. Vergr. 400.

Fig. 53. Sagittalschnitt durch ein etwas späteres Stadium, um die Verschiebung des Entodermsäckchens i nach vorne zu zeigen. M Zellen von der secundären Mundeinstülpung, e äusseres Keimblatt, z Mesoderm-Zellen („Strangzellen“ Fl.), Sm Schliessmuskel, L Leibeshöhle Vergr. 400.

Fig. 54. Dasselbe Stadium; schematisch. OII secundärer Mund; die übrigen Bezeichnungen wie früher.

Fig. 55. Sagittalschnitt durch ein etwas späteres Stadium. Das Entodermsäckchen i hängt nur mehr mittelst der Zelle iz mit den Zellen des Rückens zusammen. OII Zellen der secundären Mundeinstülpung. Die übrigen Bezeichnungen wie früher. Vergr. 400.

Fig. 56. Querschnitt durch ein späteres Stadium. Bezeichnungen wie früher. Vergr. 400.

Fig. 57. Sagittalschnitt durch dasselbe Stadium. Bezeichnungen wie früher. Vergr. 400. Schematisch.

Fig. 58. Ein Furchungsstadium, dem Stadium Fig. 19, Taf. I von Unio entsprechend. fh Furchungshöhle.

Fig. 59. Aelterer Embryo. e äusseres, m mittleres, i inneres Keimblatt, D Darmhöhle.

Fig. 60. Unio pict. Vordertheil des Körpers stärker vergrössert. Bezeichn. wie Fig. 44.

Druck von G. Pätz in Naumburg a/S.

4.

mg
bl
sr
sg
ag
ng
an
cu

6

kg
mg
bl
gp
sg
ag
ng

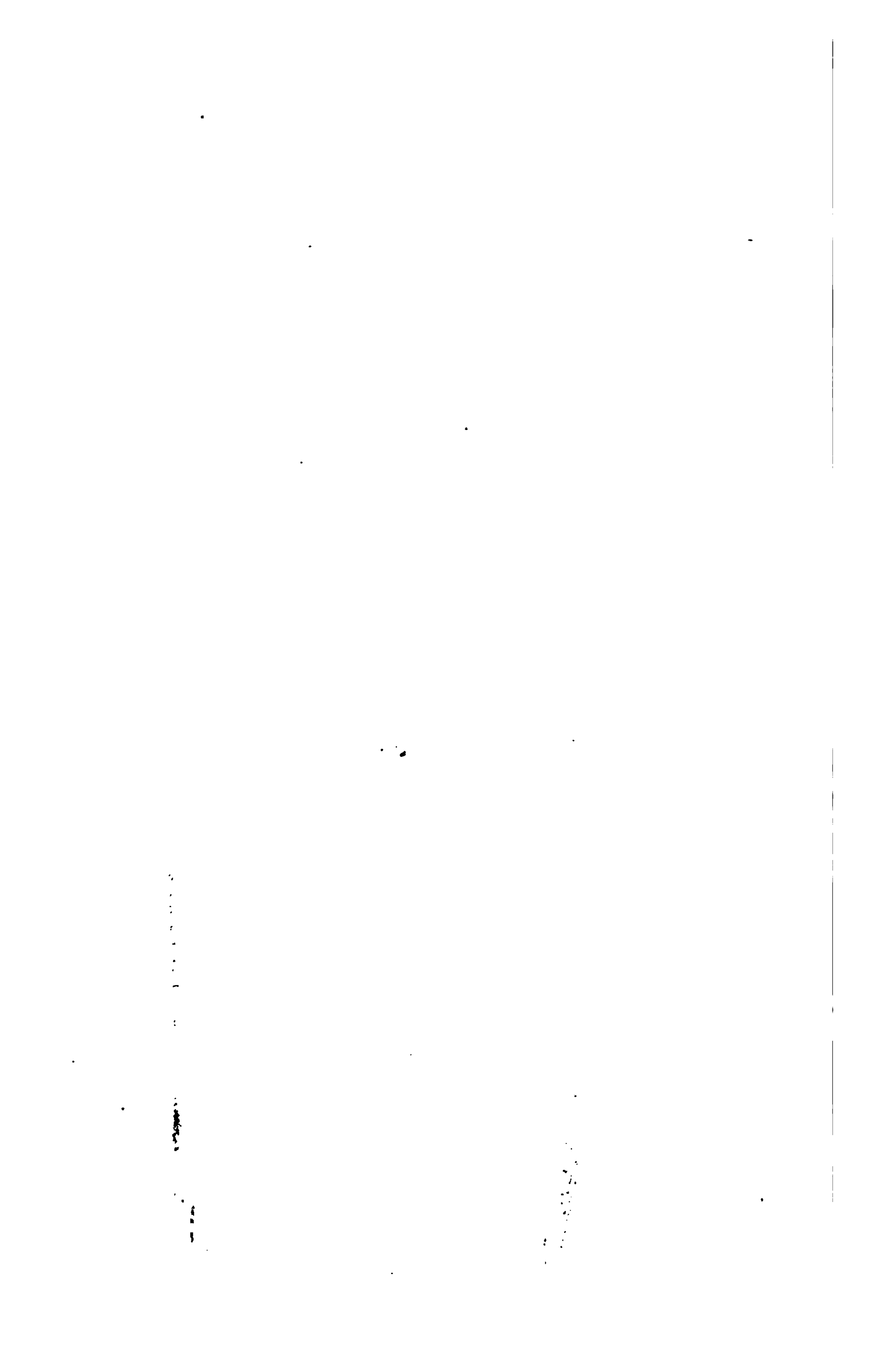
11.

dd sg m dd d th thd ag sg mg os mm mm

8.

pm
os

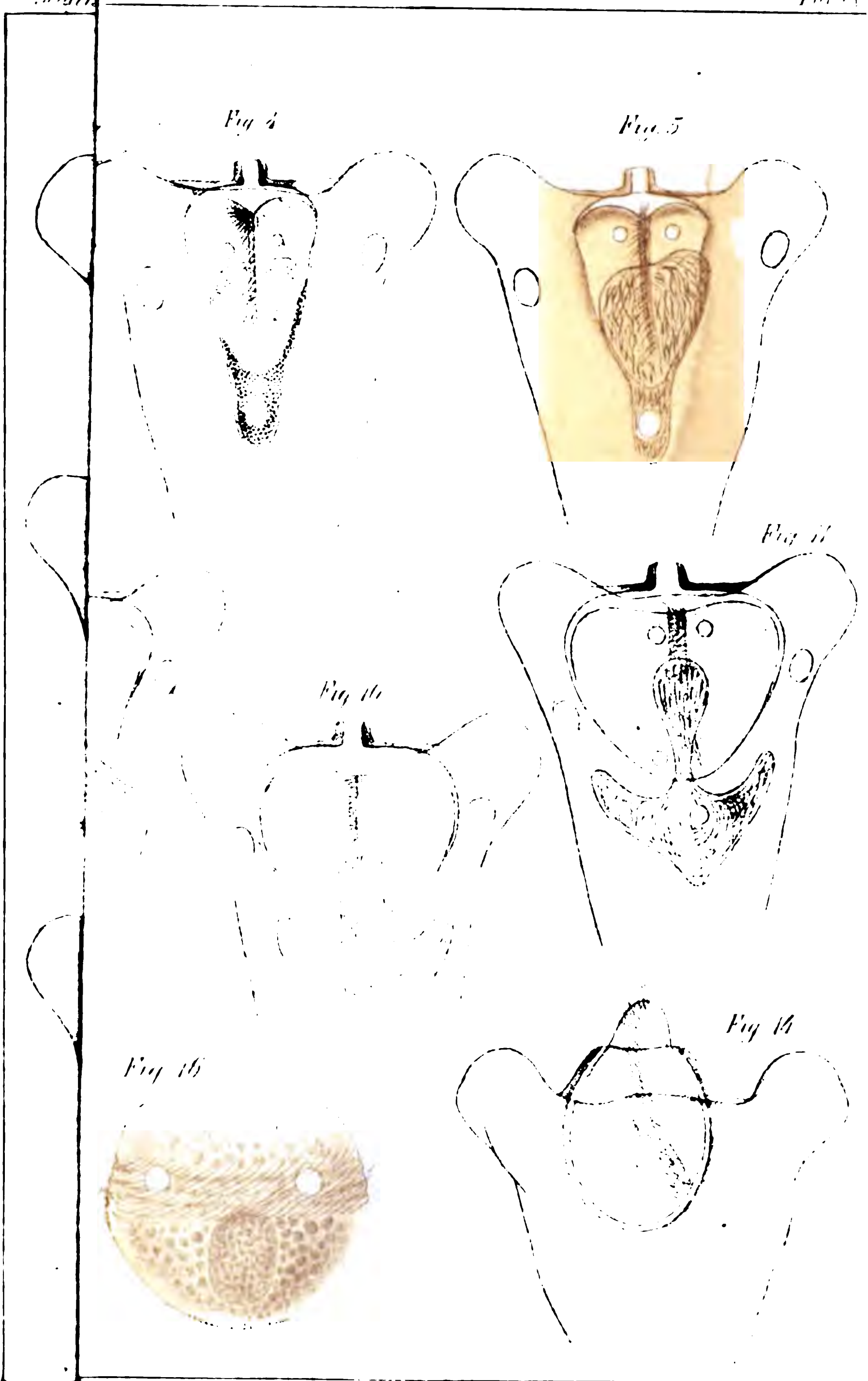
Teuscher del. Lith. Anst v E. Giltsch, Jena



Teuscher del.

Lith Anst. v. E. Giltsch, Jena.



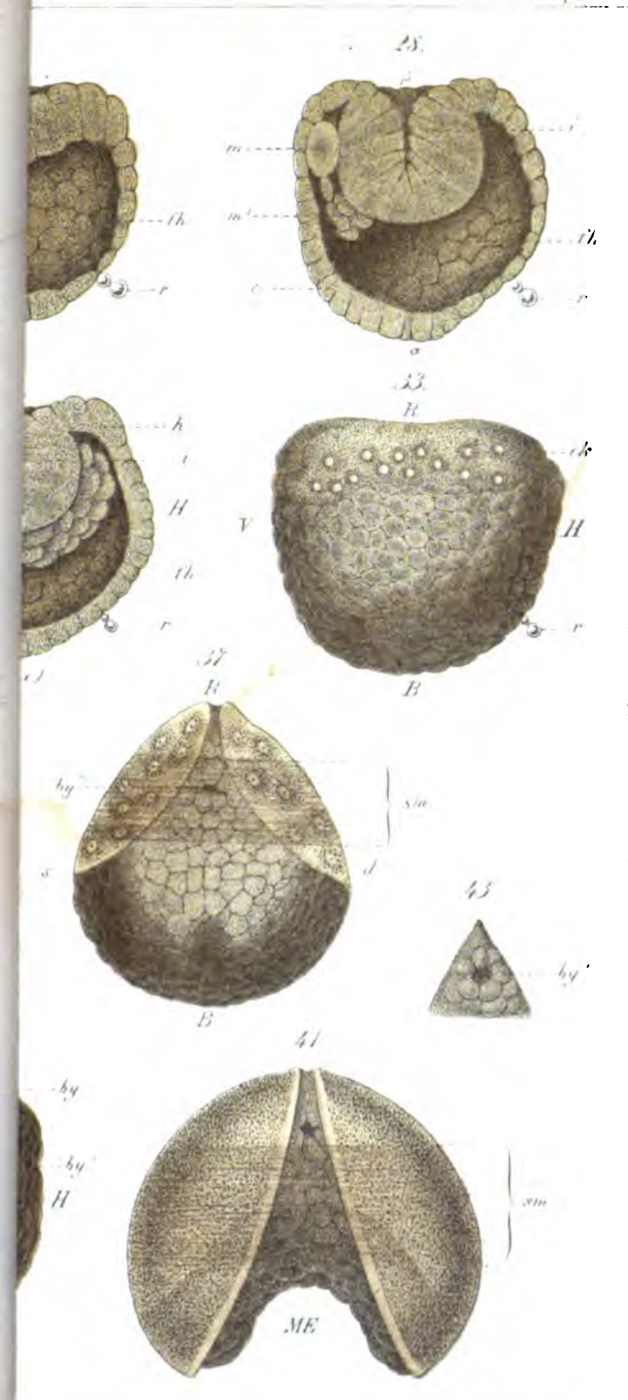

Fig. 4
Fig. 5
Fig. 11
Fig. 16
Fig. 14

Taf. X.

7. 8. 13. A. 13. B. 17. 18. 22. 23.

Lith. Anst. v. E. Giltsch, Jena.

Taf. XV.



Studien über das Protoplasma.

Von

Dr. Eduard Strasburger.

Hierzu Tafel XIII. u. XIV.

Meine Arbeiten über Zelltheilung bei Spirogyra orthospira veranlassten mich, auch die Wachsthumsvorgänge bei dieser Alge näher in's Auge zu fassen. Es fiel mir besonders auf, dass die protoplasmatische Hautschicht an rasch wachsenden Stellen der Zelle eine radiale Streifung zeigt. Vornehmlich an kurz zuvor befreiten Endflächen aus dem Verbande getretener Zellen des Fadens war diese Structur leicht zu sehen. Die Hautschicht erschien hier etwas stärker als an anderen Stellen derselben Zelle entwickelt und wie aus radial gestellten Stäbchen aufgebaut. Diese Structur schwand bei künstlichem Eingriffe in das Präparat. Auf der Innenseite der Hautschicht führen, wie ich das schon früher beschrieben, zahlreiche Ströme des Körnerplasma kleine Stärkekörner an jene Orte starken Wachsthums hin, wo dieselben zur Bildung der Cellulose verwerthet werden. [1])

Für die Pollenkörner der Coniferen schilderte Tschistiakoff einen ähnlichen Bau. Ihr „Primordialschlauch" soll aus dichtgedrängten, glänzenden, radial angeordneten Prismen bestehen. [2])

Aus den Angaben von Sachs war andererseits bekannt, dass auch die Hautschicht der Schwärmsporen von Vaucheria eine radiale Streifung zeigt: dieses konnte ich ebenfalls bestätigen. Bei Einwirkung concentrirter Essigsäure auf eben austretende Schwärmsporen zeigte sich mir deren aufquellende Hautschicht wie aus rechteckigen Kammern gebildet. Die radialen Wände dieser Kammern waren es, die am lebenden Objecte die Erscheinung der stark lichtbrechenden Stäbchen hervorgerufen hatten. Die Cilien schienen mir aus jenen Stäbchen zu entspringen.

---

[1]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 60 u. ff.

[2]) Botanische Zeitung 1875, p. 99.

So weit reichten meine früheren Beobachtungen[1]: ich wünschte nun noch genauere Data diesen Gegenständen abzugewinnen. Die Erfahrungen, die ich mit Osmiumsäure inzwischen gemacht hatte, liessen mich hoffen, dass es mit derer Hülfe gelingen werde die Structur der Hautschicht und auch die Cilien, die sie trägt, dauernd zu fixiren. Dies gelang denn in der That, und bewährte sich die Osmiumsäure hier von Neuem in vorzüglichster Weise. Mit absolutem Alkohol gelang es mir zwar die Structur der Hautschicht, doch nicht die Cilien zu erhalten; in 1% Chromsäure litt auch der Bau der Hautschicht; nur die Osmiumsäure fixirte das Object so momentan, dass selbst die Cilien meist vollständig unverändert blieben. Die Osmiumsäure wurde hierbei in dem erfahrungsmässig beliebten Concentrationsgrade, nämlich einprocentig, gebraucht. Ich liess dieselbe nur wenige Minuten einwirken, worauf das Präparat, ohne weitere wesentliche Veränderung, in mit Alkohol verdünntem Glycerin aufbewahrt werden konnte. Einige der fixirten Objecte wurden noch mit Glycerin und alkoholhaltiger Carminlösung behandelt, um einige Structurverhältnisse, bei ungleich erfolgender Färbung, deutlicher hervortreten zu lassen. Ich habe die Schwärmsporen meist im Augenblicke ihres Austritts aus dem Sporangium mit Osmiumsäure übergossen, doch auch manche vergleichsweise erst auf späteren Stadien des Schwärmens. Als Untersuchungsmaterial diente mir nunmehr die echte Vaucheria sessilis, deren Schwärmsporen viel länger in Bewegung bleiben, als die der früher von mir untersuchten, der V. sessilis übrigens sehr nahe verwandten V. ornithocephala Hassal.

Die Structur der Hautschicht und der Cilien wird uns hier in vollkommenster Weise durch das Osmiumsäure-Präparat Fig. 3 vorgeführt. Wir sehen an diesem unzweifelhaft, dass die Hautschicht von dichteren Stäbchen durchsetzt wird. Diese Stäbchen stehen in relativ weiten Abständen seitlich von einander; die Interstitien zwischen denselben müssen im frischen Zustande mit sehr wasserreichem Plasma erfüllt sein, da sie in dem fixirten Präparate nur sehr spärlichen, feinkörnigen Inhalt führen. In frischem Zustande bricht nichts desto weniger auch das zwischen den Stäbchen befindliche Plasma das Licht stark genug, um der Hautschicht das Aussehen einer continuirlichen, nur eben radial gestreiften Substanz zu verleihen. Die Stäbchen setzen, wie das

---

[1]) Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 174—185.

Osmiumsäure-Präparate zeigt, oben und unten an eine äusserst zarte, continuirliche Plasmaschicht an. An der Innenseite ist diese Schicht übrigens nicht scharf gegen das Chlorophyllkörner führende Körnerplasma abzugrenzen. An schon erwähnten Osmium-Carmin-Präparaten (Fig. 4) erschienen die Hautschicht-Stäbchen in mittlerer Höhe etwas aufgequollen, dort dann auch am stärksten gefärbt, so dass die Hautschicht nunmehr, bei erster Ansicht, wie von einer mittleren Lage rother Kügelchen durchsetzt erschien.

Das Alkohol-Präparat Fig. 5a zeigt den Bau der Hautschicht fast eben so vollkommen wie am Osmiumsäure-Präparat erhalten. In der Oberflächenaussicht des gleichen Präparats (Fig. 5b) war die gegenseitige Vertheilung der Stäbchen am besten zu sehen.

Das Osmiumsäure-Präparat Fig. 3 lehrt uns nun auch auf das Bestimmteste, dass die Cilien der Vaucheria-Schwärmspore den dichteren Stellen der Hautschicht entspringen. Jedes Stäbchen scheint einer Cilie zur Stütze zu dienen. Die Cilien sind dünner als die Stäbchen und an den Osmium-Präparaten etwa 2 Mal länger wie diese.

Auf verschiedenen Entwicklungszuständen fixirte Sporangien lehrten mich, dass die Structur der Hautschicht gleichzeitig mit deren messbarer Ausbildung kenntlich wird. Diese Ausbildung beginnt aber am vorderen Ende der Schwärmspore und schreitet von hier nach rückwärts fort. Die Hautschicht wird schliesslich auch am vorderen Ende etwa doppelt so stark als am hinteren Ende entwickelt; sie nimmt gleichmässig von vorne nach hinten zu ab.

Um mich über die Entstehungsweise der Cilien zu orientiren, griff ich auf frische Objecte zurück, und zwar, weil es mir da beliebig leicht gelang, die Hautschicht von der Sporangiumwand zurücktreten zu lassen. Ich schnitt das Ende eines Vaucheria-Schlauches, welcher mir ein Sporangium in erwünschtem Entwicklungszustande zu tragen schien, mit einer scharfen Scheere ab, brachte das betreffende Stück, für sich allein, in Wasser unter ein feines Deckglas, stellte das Object bei starker Vergrösserung ein, und begann nun mit Fliesspapier am Rande des Deckglases Wasser zu entziehen. Bald wurde unter dem Drucke des Deckglases das Sporangium abgeflacht, dann unter der Spannung des Sporangiuminhaltes die Querwand an der Basis des Sporangiums, seltener, und zwar meist nur bei relativ älteren Sporangien, der Scheitel desselben durchbrochen. Ich konnte

nun nach Belieben mehr oder weniger Inhalt aus dem Sporangium austreten lassen, da mit der Entfernung des Fliesspapiers sofort die Entleerung aufhörte; auch konnte ich bei Anwendung entsprechend breiter Fliesspapierstreifen den Ausfluss reguliren, dass er nicht zu stürmisch erfolge. Wurde nun bei entsprechender Abflachung und theilweiser Entleerung eines Sporangium etwas Wasser dem Präparate vorsichtig zugefügt, so konnte man meist in dem zu seiner ursprünglichen Gestalt annähernd zurückkehrenden Sporangium die Hautschicht der Schwärmspore, an vielen Orten noch unversehrt, von der Wand des Sporangium zurücktreten sehen. Solche Objecte auf verschiedenen Zuständen und bei unzählige Male wiederholter, entsprechender Behandlung untersucht, lehrten mich, dass die Bildung der Cilien der Differenzirung der Hautschicht auf dem Schritte folgt und nicht wenig an die Bildung der „Pseudopodien“ erinnert. Erst kurz vor der vollen Reife der Schwärmspore sind die Cilien völlig ausgebildet; sie liegen, wohl stets nach vorn gerichtet, der Oberfläche der Hautschicht dicht an und erheben sich zu sofortigem Schwingen, wenn die Hautschicht von der Sporangienwand zurückgetreten ist. Auf etwas jüngeren Zuständen findet man die Cilien kürzer und an der Spitze mit kleiner, knopfförmiger Anschwellung versehen. Das Knöpfchen erscheint im Verhältniss grösser, je kürzer die Cilien sind. In erster Anlage stellen die Cilien endlich nur kleine, den inneren Stäbchen in ihrer Stellung entsprechende Höcker an der Hautschicht dar.

Der Rückzug der Hautschicht von der Sporangienwand veranlasst für alle Fälle die rasche Ausbildung der angelegten Cilien, indem die Knöpfchen sich zu dem noch fehlenden Cilienstücke strecken. Daher das eigenthümliche Schauspiel das unter solchen Umständen die zurückweichende Hautschicht gewährt: zunächst dicht an ihrer Oberfläche kleine, kurz gestielte Tröpfchen, die immer kleiner und zugleich länger gestielt werden und alle nach Verlauf weniger Minuten schwinden. Die Ausbildung der Cilien wurde um so rascher vollendet, je vorgeschrittener man deren Anlage vorfand, das heisst, je kleiner die Knöpfchen und je länger ihre Stiele waren. Bei relativ jungen Schwärmsporen, kurz nach Differenzirung ihrer Hautschicht, zeigen die Cilien auch nach voller, künstlich hervorgerufener Ausbildung nicht die Länge, die sie sonst bei normaler Ausbildung erreicht hätten; auch werden sie meist nur in geringer Zahl ausgebildet.

Ich verglich vorhin die Entwickelung der Cilien, wie sie sich

hier aus der Beobachtung ergiebt, mit der Bildung der „Pseudopodien“, und zwar weil letztere bei Rhizopoden in manchem Sinne ähnlich fortschreitet. Auch dort zeigen die sich verlängernden Pseudopodien ein kolbenförmig angeschwollenes Ende.[1]) Das Gleiche fand ich übrigens auch im Innern der Spirogyra-Zellen, wenn freie Protoplasmaströme in das Zelllumen entsendet wurden. Die terminale Anschwellung lieferte hier augenscheinlich das Material zur unmittelbaren Verlängerung des Stromes.[2])

Die für Anlage und Wachsthum der Cilien an den Vaucheria-Schwärmsporen gewonnenen Daten werden wohl auch in gleichem Maasse für die Cilien der Oedogonium-Schwärmspore gelten, wenigstens lassen sich diese Daten mit meinen früher an den Oedogonium-Schwärmsporen gemachten Beobachtungen sehr wohl vereinigen.[3])

So lange die Vaucheria-Schwärmspore der Sporangium-Wandung dicht anliegt, kann man von ihren zarten, der Hautschicht angedrückten Cilien nichts bemerken, und selbst in flachgedrückten Sporangien sind dann höchstens feine Punkte an der äusseren Contour der Hautschicht zu erkennen.

An reifen Schwärmsporen fangen die Cilien beim Zurücktreten der Hautschicht sofort im ganzen Umfang des Körpers und zwar so rasch zu schwingen an, dass sie unsichtbar werden. Die noch in Ausbildung begriffenen Cilien beginnen meist ebenfalls sich zu bewegen, doch um so langsamer und unvollkommener, je mehr sie in ihrer Entwickelung zurückstehen.

Nach kürzerem oder längerem Schwingen werden die Cilien in ähnlicher Weise eingezogen, wie sie gebildet wurden. Man sieht an der Spitze der Cilien ein Knöpfchen auftreten, das an Grösse zunimmt in dem Maasse als sich die Cilie verkürzt, und dann schliesslich in die Hautschicht aufgenommen wird.

Da es mir fraglich erscheinen konnte, ob der Vorgang an künstlich von der Sporangiumwand entfernten Schwärmsporen ein normaler sei, so fasste ich den Entschluss, ihn auch an natürlich befreiten Schwärmsporen zu verfolgen. Um nicht auf die jedesmalige Entleerung einzelner Sporangien warten zu müssen, fing ich schwärmende Sporen aus einem grossen Gefässe auf.

---

[1]) Max Schultze, das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen 1863, p. 24.

[2]) Ueber Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 44—45.

[3]) Ebendas., p. 171.

Die Schwärmspore wurde erst mit der Loupe aufgesucht und dann mit einem kleinen elfenbeinernen Ohrlöffel aus dem Gefässe gehoben. Es gelingt das leicht wenn man den Löffel ganz untertaucht und ihn dann in horizontaler Lage langsam emporhebt. Man bekommt so die Schwärmspore meist völlig unversehrt und kann sie leicht in den Tropfen auf dem Objectträger bringen.

Die Schwärmsporen wurden hier so lange in ihrer Bewegung verfolgt, bis sie zur Ruhe kamen. Ihre Cilien blieben dann plötzlich stehen, um nach einer Weile eingezogen zu werden. Wie ich weiter zeigen will, hat die Schwärmspore schon während ihrer Bewegung eine äusserst zarte Cellulose-Membran gebildet, in welcher jedenfalls, den Insertionsstellen der Cilien entsprechend, feine Oeffnungen zurückgeblieben sind [1]); durch diese nun werden die Cilien eingezogen. Ihr Einziehen ist mit einer Contraction der Hautschicht verbunden, welche in jenem Augenblick ihr eine gefaltete Oberfläche gibt; einige Secunden später ist ihre Oberfläche wieder völlig glatt geworden. Man sieht alle diese Erscheinungen am leichtesten, wenn es gelungen ist die Schwärmspore durch sehr leisen Deckglasdruck festzuhalten. Ihre Cilien bewegen sich noch für eine kurze Zeit, welche meist genügt, um sie mit starker Vergrösserung einzustellen.

Aehnliche Faltungen beim Einziehen der Cilien konnte ich auch hin und wieder an der Hautschicht der künstlich von der Sporangiumwand entfernten Schwärmspore sehen.

Bei den Schwärmsporen von Oedogonium liess die sog. Mundstelle, welche aus Hautschicht gebildet wird und deren Hinterrand die Cilien trägt, keine der Hautschicht der Vaucheria-Schwärmsporen ähnliche Structur erkennen. [2])

An der Hautschicht der Ulothrix-Schwärmspore ist am vorderen Ende nur eine kleine, knotenförmige Verdickung zu sehen, der die vier langen Cilien entspringen. [3])

Somit ergibt sich die geschilderte Structur der Hautschicht und ihr Verhältniss zu den Cilien bei den Vaucheria-Schwärmsporen als eine besondere Anpassung, wenn auch das Vorkommen radiärer Streifung in der Hautschicht auch an anderen Orten die Vermuthung

---

[1]) Wie solche für den Durchgang der Cilien bei den Volvocinen bestehen.

[2]) Ueber Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 171.

[3]) Ebendas., p. 166.

erweckt, dass das Auftreten derselben durch die Molecularstructur der Hautschicht im Allgemeinen begünstigt werde.

Der Körper der Spermatozoiden bei Farnen und Equiseten, den ich wohl mit den stärksten und besten jetzt vorhandenen Linsensystemen prüfen konnte, lässt weder besondere Structur noch besondere Einrichtungen für die Insertion der Cilien auffinden. Ich untersuchte die Prothallien mehrerer Adiantum-, Asplenium- und Pteris-Arten und Dank der Gefälligkeit des Herrn Prof. Sadebeck auch die Prothallien von Equisetum arvense. Um die Spermatozoiden eingehend studiren zu können, fixirte ich sie mit 1 % Osmiumsäure, was in der vorzüglichsten Weise, mit vollständigster Erhaltung des Körpers und der Cilien gelingt. Abgesehen nun von der verschiedenen Zahl, der verschiedenen Weite und Steilheit der Windungen, der wechselnden Dicke des Körpers bei den verschiedenen Spermatozoiden, fand ich letztere stets von einem in seiner ganzen Masse homogenen, stark lichtbrechenden Bande gebildet. Dieses Band ist nirgends hohl und zeigt an jedem Punkte seines Verlaufes einen annähernd elliptischen Querschnitt. Die Cilien werden nur von der vordersten Windung des Bandes getragen; sie entspringen ihr unmittelbar, ohne besonders markirte Anheftungsstellen. Die Spermatozoiden der Farne tragen zwischen den hinteren Windungen ihres Körpers eine Blase, von der ich früher zu zeigen versuchte [1]), dass sie der mittleren, von einer Plasmahöhle umgebenen Vacuole entspricht, welche nach Auflösung des Zellkernes und Ansammlung des Protoplasma an der Wand der Mutterzelle, in deren Innerem auftritt. Um diese Vacuole hat sich das Spermatozoid gebildet, und es nimmt dieselbe nach Befreiung aus der Mutterzellhaut mit auf den Weg. Ich halte diese Blase nun nicht für den integrirenden Theil des Spermatozoiden [2]), wie ja das die oft genug bestätigte Thatsache lehrt, dass die Blase sich vom Spermatozoiden loslösen kann und keinesfalls bei der Befruchtung mit zur Verwendung kommt. Somit, da diese Blase allein körnige Bildungen enthält, bleibt für den Begriff des Spermatozoiden hier nur das aus homogenem, starklichtbrechendem Plasma gebildete, solide, mit Cilien am vorderen Ende versehene Band zurück. Ich hebe das ausdrücklich hervor, weil in der letzten Zeit wiederholt von Zoologen an

---

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot., VII, p. 394.

[2]) So auch Sachs, Lehrbuch, IV. Aufl., p. 418.

mich die Frage gerichtet wurde, ob denn die Spermatozoiden im Pflanzenreiche nicht nothwendig auch einen Zellkern aufzuweisen hätten. Es hängt diese Frage mit der Bedeutung zusammen, welche jüngst der Zellkern bei der Befruchtung gewonnen. Ich bin nun der Meinung, dass diese nach Auflösung des Zellkernes der Mutterzelle gebildeten Spermatozoiden in der That die Elemente des Zellkernes in sich aufnehmen, dass es aber bei der Befruchtung auf Kernsubstanz, nicht auf den morphologisch als solchen differenzirten Zellkern, ankomme.

Bei den Spermatozoiden von Equisetum ist bekanntlich der hintere Theil des Körpers sehr dick im Verhältniss zum vorderen und seine Windung sehr steil; im Uebrigen ist auch hier der Körper bandförmig, von annähernd elliptischem Querschnitt in seinem ganzen Verlauf; an der vorderen Windung mit langen Cilien besetzt. Der Innenseite des steilen, hinteren Körperabschnittes klebt die Blase an, welcher auch hier die gleiche morphologische Bedeutung wie bei den Farnen zukommt. Auch hier ist es diese Blase allein, welche körnige Bildungen, wie bei den Farnen, vornehmlich Stärkekörner, einschliesst, und halten sich ihre Körner besonders an der dem Spermatozoiden-Bande zugekehrten Seite der Blase auf. Das Band selbst wird in seiner ganzen Ausdehnung von homogenem, stark lichtbrechendem Plasma, ohne innere Höhlungen, gebildet. Es endet gewöhnlich stumpf (Fig. 7, 9, 14), seltener verjüngt (Fig. 8, 10). Die Blase haftet meist der Innenseite des Bandes an und wird bei Streckung desselben mit in die Länge gedehnt. Daher Bilder wie die von mir in Fig. 7, 8 und 10 abgebildeten. Aehnliche Bilder mögen Hofmeister zu der Annahme geführt haben, das wimperlose Hinterende sei bei den Spermatozoiden der Equisetaceen an der Innenkante seiner Schraubenwindung deutlich zu einem häutigen, flossenähnlichen Anhängsel verbreitet, welches während der Vorwärtsbewegung in schneller Undulation sich befindet.[1]) Was Hofmeister zu dem weiteren Ausspruch veranlasste: „bei den Spermatozoiden der Farnkräuter findet muthmasslich dasselbe Verhältniss statt[2]),“ ist mir unbekannt.

In manchen Fällen kann sich die Blase gegen die steile Innenfläche der Spermatozoiden abrunden und sich von derselben mehr oder weniger ablösen; man findet sie manchmal auch den

---

[1]) Zuletzt in: Lehre von der Pflanzenzelle 1867, p. 33.

[2]) Ebendas.

vorderen, engen Windungen anhaftend (Fig. 12).[1] In anderen Fällen hat das Spermatozoid dieselbe ganz abgeworfen (Fig. 14). Dann wird das Spermatozoid nur noch von dem stark lichtbrechenden Bande gebildet, dem an der Innenseite noch einige Körnchen anhaften können (Fig. 9). Gegen das Ende der Schwärmzeit erscheint die Blase an den Spermatozoiden sowohl bei Farnen als bei Equiseten durch Wasseraufnahme oft um das Vielfache ihres ursprünglichen Volumens ausgedehnt.

Ich erlaube mir in den Figuren 7—14 eine Anzahl Abbildungen der Spermatozoiden von Equisetum arvense zu geben und zwar nach Präparaten die ich durch Uebergiessen eben ausgeschwärmter Spermatozoiden mit 1% Osmiumsäure gewann.[2]

Wenn nun die Frage aufgeworfen würde: ob die Spermatozoiden der Gefässkryptogamen, da sie im obigen Sinne nur aus einem homogenen Bande mit Cilien bestehen, dennoch als Zellen aufzufassen seien? — so möchte ich die Frage bejahen.

Verfolgt man nämlich die Spermatozoiden nach rückwärts bis in die Algen hinein, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass sie den dort vorkommenden Spermatozoiden, deren Zellnatur gar nicht angezweifelt werden darf, homolog sind. Man kann sich vorstellen, dass sie durch Modification solcher Spermatozoiden, wie etwa derjenigen von Oedogonium, langsam entstanden sind, und dann lässt sich ihre Bildung aus dem Inhalte der Mutterzelle mit Ausschluss der centralen Blase, als eine Art freier Zellbildung auffassen.[3]

Ein radiärer Bau, der vielleicht Aehnlichkeit mit dem bei Spirogyra und Vaucheria geschilderten besitzt, wird von Ed. van Beneden für die Hautschicht der Eier der Seesterne angegeben. „Die Hautschicht," schreibt er, „ist heller und weniger körnig als die innere Masse, sie zeigt ausserdem eine zarte, radiale Streifung, die der inneren Masse zu fehlen scheint." Ed. van Beneden gibt die Stärke dieser Hautschicht auf beiläufig ein Drittel des Radius des Dotters an.[4]

[1] Vergl. auch Schacht, die Spermatozoiden im Pflanzenreiche, 1864, p. 10.

[2] Alle Spermatozoiden von Equisetum arvense erschienen mir in gleicher Richtung gewunden Die umgekehrte Richtung in Fig. 14 rührt daher, dass dieses Spermatozoid mit seiner Spitze nach unten liegt.

[3] Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 192.

[4] Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premier noyau embryonnaire. Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2ème Sér. T. LXI, Nr. 1, Janvier 1876. Des Separatabdruckes, p. 23.

Mehrere Beispiele einer Streifung der Hautschicht liessen sich noch der thierischen Histologie entnehmen, doch sind die bezüglichen Angaben meist nicht der Art, dass wir sie hier direct verwerthen könnten.

Sehr nahe lag es hingegen, an einen Vergleich der in der Hautschicht verschiedener Infusorien beobachteten Stäbchen, der sog. Trichocysten, mit den Stäbchen in der Hautschicht der Vaucheria-Sporen zu denken. Ein Bild, wie es Paramecium aurelia an seiner Peripherie bietet, ist in der That nicht unähnlich demjenigen der Peripherie einer Vaucheria-Schwärmspore. Man hätte meinen mögen, dass auch bei den Infusorien die Stäbchen als Stütze der Cilien dienen; vorhandene Angaben, namentlich die von Wrześniowski [1]), beweisen aber sicher, dass jene Stäbchen in keinem Verhältniss zu den Cilien stehen, vielmehr unter Umständen ausgestossen werden können und wohl als Waffen dienen.

Auch an der Hautschicht der Plasmodien bei den Myxomyceten hat Hofmeister eine bestimmte Structur beobachtet. „Häufig [2])“, schreibt er, „tritt eine radiale, auf den Flächen senkrechte Streifung hervor, wenn das Mikroskop auf den optischen Durchschnitt derselben eingestellt wird: eine Streifung, die auf der Nebeneinanderlagerung stärker und schwächer lichtbrechender, dichterer und minder dichter, weniger und mehr Wasser haltender, zur Fläche der Membran vertical gestellter Theilchen beruht. Seltener ist eine Zusammensetzung aus der Fläche der Hautschicht parallelen, abwechselnd stärker und schwächer lichtbrechenden Lamellen zu erkennen, doch kommt sie bisweilen neben jener radialen Streifung oder auch ohne dieselbe vor.“ Am deutlichsten will Hofmeister diese Verhältnisse an im Einziehen begriffenen dünnen Aesten der Plasmodien von Aethalium septicum gesehen haben; auch gibt er an [3]), ähnliche Erscheinungen habe de Bary unter gleichen Verhältnissen an den Plasmodienästen von Didymium serpula und von Aethalium beobachtet. De Bary schreibt an der von Hofmeister citirten Stelle: „Wo ein Zweig eingezogen wird, da nehmen die centripetalen Strömungen an Energie stetig zu, die centrifugalen ab, und in gleichem Maasse verschmälert und verkürzt

---

[1]) Archiv f. mikr. Anat., Bd. V, 1869, p. 41.
[2]) Lehre von der Pflanzenzelle, 1867, p. 24 und Fig. 8, p. 25.
[3]) l. c., p. 24 Anm.

sich der Zweig. Bei Aethalium und Didymium serpula sah ich oft, wie jede neue, in einen Zweig laufende centrifugale Strömung immer weiter von dem Zweigende aufhörte, dem Zweige also immer weniger und zuletzt gar keine Körner mehr zugeführt wurden, während die Grundsubstanz sich äusserst langsam zusammenzog. Der zuletzt ganz körnerfreie Ast nimmt dabei oft eine eigenthümliche Beschaffenheit an. Seine Peripherie wird von einer dicken, glänzenden Lage von Grundsubstanz gebildet, an welcher die Randschicht nicht mehr kenntlich ist, welche dagegen auf ihrer ganzen Aussenfläche mit spitzen, abstehenden Fortsätzen, wie mit feinen Stacheln dicht bedeckt ist. Zuweilen hat es den Anschein, als sei die ganze eben erwähnte Lage der Grundsubstanz aus dicht gedrängten, zur Oberfläche senkrechten Stäbchen zusammengefügt, deren äussere Enden die stachelähnlichen Fortsätze bilden, doch konnte ich dies nicht bestimmt erkennen." [1])

Diese von de Bary gegebene Schilderung der Randdifferenzirung scheint mit derjenigen übereinzustimmen, welche Hofmeister bei längerer Einwirkung concentrirter Lösungen von Zucker, Glycerin, Kalisalpeter oder Kochsalz auf Plasmodien beschreibt [2]), deren hyaliner Saum sich dann mit stacheligen, dicht stehenden Fortsätzen bedeckt. Die am weitesten vorragenden Stellen der Aussenfläche sollen dann diejenigen grösster, die am tiefsten eingesenkten diejenigen geringster Dehnbarkeit sein.

Die gleichen Erscheinungen hatte auch schon Kühne unter ähnlichen Einflüssen, vornehmlich aber bei Einwirkung einprocentiger Rhodan-Kalium-Lösung beobachtet. Dabei wurden die meisten Stämme der Plasmodien in Kugeln verwandelt, deren hyaliner Saum sich dann zerklüftete. „Zuerst zeigte sich eine ungeheure Menge feiner, radiärer Streifungen,... an der äussersten Peripherie bildeten sich schöne, stachelige Fortsätze, mit denen das Ganze dicht besetzt erschien, und die Basis des Saumes zog sich zu einer schmäleren, glasglänzenden Schichte zusammen." „Man brauchte die Salzlösung nur durch destillirtes Wasser zu verdrängen, um sämmtliche stachelige Fortsätze in die Kugeln zurückzutreiben. Der glatte, hyaline Saum bildete sich zuerst wieder, verschmälerte sich später, wurde unregelmässig nach innen und aussen und die Contractionen mit der davon abhängigen

[1]) Die Mycetozoen, II. Aufl. 1864, p. 46.
[2]) Die Lehre von der Pflanzenzelle, p. 27.

Körnchenströmung begannen von Neuem. Indessen dauerte dies Alles nicht lange, sondern unter Austritt von schleimigen, zitternden Klümpchen ging das Protoplasma zu Grunde.“ [1])

Meine eigenen Untersuchungen bezogen sieh vornehmlich auf die Plasmodien von Aethalium septicum, die ich in unzähligen Exemplaren studirt habe. Zum Zweck der Herstellung von Präparaten, die unmittelbar auch bei stärkster Vergrösserung zu beobachten wären, liess ich die Plasmodien von der Gerberlohe auf vertical aufgestellte Objectträger kriechen, über deren eine Fläche ein äusserst schwacher Wasserstrom mit Hülfe eines Saugapparates einfachster Art, der aus einem Fliesspapierstreifen bestand, geleitet wurde. In halber Länge der benetzten Fläche, ob direct auf dem Objectträger, ob durch zarte Schutzleisten von demselben getrennt, war je ein dünnes Deckglas angebracht. Das Ganze setzte ich in einen dunklen Kasten, um die Bewegungsrichtung der Plasmodien der Beeinflussung durch das Licht zu entziehen. Alle die reich verzweigten Plasmodien, die ich zur Untersuchung wählte, bewegten sich nun fast vertical aufwärts an den befeuchteten Glasflächen und es geschah häufig, dass sie das Deckglas erreichend, mit mehreren Zweigen unter dasselbe krochen, ja selbst da, wo das Deckglas, ohne Schutzleisten, direct an dem feuchten Objectträger haftete. In den letzten Fällen bekam ich besonders zarte Ströme, die vorzüglich für die Beobachtung geeignet waren. Wenn ich während der Untersuchung einen continuirlichen Wasserstrom unter dem Deckglas durchleitete und das Object gegen Druck gesichert war, so konnte es sich nach überwundener, erster Störung normal weiter bewegen. Wurde das Präparat durch das Deckglas wenn auch noch so schwach gedrückt, oder stieg durch fortgesetzte Verdunstung des zugeführten Brunnenwassers der Salzgehalt desselben, so pflegte das bekannte langsame Einziehen der Zweige des Plasmodiums zu beginnen.

Da beobachtete ich nun Erscheinungen, welche sich durchaus an die von de Bary geschilderten anschlossen. Sehr häufig geschah es, dass die Enden der in Einziehung begriffenen Zweige solche Bilder, wie die in Fig. 16, Taf. II oder Fig. 11 und 12, Taf. III, l. c. bei de Bary abgebildeten zeigten. Dagegen wollte es mir leider nicht gelingen, einen Zustand zu finden, welcher der

---

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität 1864. p. 83.

von Hofmeister (l. c., p. 25) dargestellten Figur entsprochen hätte, ungeachtet letztere auch von Aethalium septicum entstammen soll.

De Bary will die stachelige Differenzirung der Peripherie bei den in Einziehung begriffenen Zweigen erst gesehen haben, wenn die Grundsubstanz derselben ganz von Körnchen entleert war ich beobachtete sie an Zweigen noch vor deren Entleerung und kann auf das Bestimmteste behaupten, dass die auftretenden Fortsätze nicht der Grundsubstanz des Körnerplasma, sondern der Hautschicht des Plasmodium angehören. Meine Figuren 15—19 zeigen dies deutlich. Ich habe manchmal wie in Fig. 15 die Fortsätze schon sehr frühzeitig, gleich beim Beginn der Einziehung, auftreten sehen. Bei starker Vergrösserung war es leicht zu verfolgen, wie beim Zurückweichen einzelne Stellen der Hautschicht hinter den anderen zurückblieben, so zu feinen, stachelartigen Gebilden werdend.

Es ist wohl denkbar, dass die zurückbleibenden Stellen denjenigen grösserer Dichtigkeit, die zurückweichenden denjenigen geringerer Dichtigkeit in der Hautschicht entsprechen. Die Retardirung wird nicht etwa durch ein stärkeres Anhaften der zurückbleibenden Stellen an der Unterlage bedingt, da die Fortsätze im ganzen Umfange des Zweigendes gleichmässig erzeugt werden. Diese Fortsätze können oft eine bedeutende Länge erreichen, dann sieht das Zweigende wie mit langen Wimpern besetzt aus (Fig. 19). Sehr eigenthümlich machten sich die Fortsätze an manchen Verbindungszweigen, die in zwei entgegengesetzten Richtungen eingezogen wurden. Solche Zweige werden dann in den von ihren Ansatzstellen gleich entfernten Orten immer dünner und bestehen dort schliesslich nur aus Hautschicht; gleichzeitig erscheinen sie dann mit kürzeren oder längeren Stacheln besetzt, welche der Richtung der rückläufigen Ströme entgegen gerichtet sind und somit an den beiden Hälften des Verbindungszweiges umgekehrte Orientirung zeigen (Fig. 20).

Bei beginnendem Rückzug eines Zweiges kann die Hautschicht auch unregelmässige, wulstige Auftreibungen bilden (Fig. 21). Häufig folgt letzteren alsbald die Bildung der stacheligen Fortsätze. Oefters entstehen derartige wulstige Auftreibungen auch tiefer an einem Zweige, welcher an seiner Spitze die stacheligen Fortsätze erzeugt (Fig. 18 u. 19). Gewöhnlich deutet dann dieser Ort den nächsten Punkt an, bis auf welchen der Zweig eingezogen werden wird (Fig. 18).

Wenn ein Zweig beim Rückzug die stacheligen Fortsätze

gebildet hat, beim Eintritt günstiger Umstände aber von Neuem vorzuschreiten beginnt, so werden die Fortsätze in die vordringende Hautschicht wieder aufgenommen. Sind die Fortsätze kurz zuvor gebildet worden, so erfolgt ihre Aufnahme sehr leicht; ist ihre Bildung etwas älteren Datums, so scheint ihre Aufnahme in die Hautschicht mit Schwierigkeiten verbunden zu sein. Da sah ich den Zweig an seinem Ende oft erst bedeutend anschwellen und dann die mit Fortsätzen besetzte Stelle mit einem Ruck aufgerissen werden; neue Hautschicht drang an solchen Orten hervor, alsbald von dem Körnerplasma gefolgt; die stacheligen Fortsätze kamen dann zu den beiden Seiten des neuen Zweiges zu stehen. Eine Abgrenzung der sie tragenden Hautschicht gegen die neu vorgedrungene war übrigens bald nicht mehr zu sehen.

Die geringfügigsten Differenzen, in ihrem Vorhandensein kaum festzustellen, beeinflussen die Gastalt der vordringenden Zweigenden: bald sind letztere gleichmässig abgerundet, bald verschieden ausgebuchtet, theils mit zugespitzten, theils mit rundlichen Vorsprüngen (Fig. 22). Solche Erscheinungen und Differenzen treten auch bei spontanem Einziehen einzelner Zweige auf. Manchmal sieht man dann Bilder, welche an die Stachelbildung erinnern, nur dass die einzelnen Stacheln in ihrer ganzen Länge viel breiter sind, als wären sie aus der Verschmelzung je mehrerer hervorgegangen; die Zweigspitze erscheint dann wie gezähnt. Zwischen solchen gezähnten Rändern und den unregelmässig gebuchteten finden sich Uebergänge.

Ich fixirte eine Anzahl Plasmodien mit 1 % Osmiumsäure, was ebenfalls in der vorzüglichsten Weise gelingt. Fig. 23 zeigt einen im Vorschreiten begriffenen Zweig, der auf diese Weise behandelt wurde und den ich nun erstarrt in Glycerin aufbewahre.

Die merkwürdigsten Bilder bekam ich bei Fixirung der Plasmodien mit 1 % Chromsäure. Wie Fig. 24 nämlich zeigt, war unter dem Einflusse dieses Reagens an den Zweigenden oft das Umgekehrte von dem, was wir bisher gesehen, eingetreten. Die Hautschicht zeigte sich da nämlich in einzelne Stäbchen aufgelöst, die aber nicht der gemeinsamen Unterlage eingefügt waren, vielmehr von einer gemeinsamen Hüllhaut an ihren Spitzen verbunden, an ihrer Basis hingegen zum grossen Theile frei und so unmittelbar auf die Substanz des Körnerplasma stossend. Es mag durch die Chromsäure im ersten Augenblick nur die Peripherie des Plasmodium fixirt werden und die sich eine Weile noch zurückziehende Innenmasse solche Erscheinungen veranlassen.

Ich behandelte dann auch ein im stärksten Rückzug befindliches, stark mit freien, stäbchenähnlichen Fortsätzen bedecktes Plasmodium mit 1 % Chromsäure. Die Stachel wurden erhalten, doch erschienen sie häufig an ihrer Spitze kegelförmig angeschwollen und ausgehöhlt; bei manchen geschah Letzteres in der ganzen Höhe, sie erschienen dann beutelförmig. Es hatten hier eben Vacuolen in den Fortsätzen vor deren schliesslicher Fixirung sich bilden können (Fig. 25 und 26). An den gleichen Präparaten war die Hautschicht oft membranartig niedergeschlagen worden und das Körnerplasma hatte sich dann von ihr an manchen Orten zurückgezogen, so dass nur noch feine Fäden, aus Grundsubstanz des Körnerplasma gebildet, beide verbanden (Fig. 26). Solche Figuren erinnern an Bilder, wie sie bei der Ausbildung mancher Fruchtkörper der Myxomyceten zu sehen sind. [1]

Ich habe mich im Vorhergehenden auf die Schilderung der Strömung selbst, als so oft schon gegeben, nicht eingelassen und führe hier nur zum Schlusse die Figur 27 noch vor, welche ein älteres Stammstück aus dem Inneren des Aethalium-Plasmodiums zeigt. Das Körnerplasma war hier in Strömung, so weit es die Linien im Inneren andeuten. Das Verhältniss des Körnerplasma zur Hautschicht ist in der Abbildung streng eingehalten; ausserdem ist das Stammstück von einer Gallertscheide, de Bary's Hülle, und von den, derselben ein- oder meist aufgelagerten Körpern umgeben, die ich sammt der Hülle für Ausscheidungen: für Excremente halte.

Im Innern der Hautschicht habe ich hier keine Structur beobachten können, weder an frischen noch an künstlich behandelten Objecten; nichtsdestoweniger möchte ich in der so constanten Bildung feiner Fortsätze an den im Rückzug begriffenen Zweigenden, mit Hofmeister, den Ausdruck von Dichtigkeitsunterschieden erblicken, welche in der Moleculär-Structur dieser Hautschicht ihre Begründung finden.

Es haben in letzter Zeit Heitzmann [2]) und Frommann [3]) darauf hingewiesen, dass die Grundsubstanz des Körnerplasma oft einen

---

[1]) Vergleiche Taf. VIII der bereits erschienenen polnischen Ausgabe der Mycetozoen von Rostafiński.

[2]) Sitzber. d. W. Ak. d. Wiss. von April bis Juni, 1873.

[3]) Jenaische Zeitschr. f. Naturw., IX. Bd. 1875, p. 280.

netzförmigen Bau zeige. Ich selbst beobachtete einen solchen Bau in den Eiern der Coniferen und Gnetaceen und wies darauf hin, wie man zwischen Vacuolen und Kammern im Körnerplasma unterscheiden müsse.[1]) Vacuolen sind Tropfen einer wässerigen Flüssigkeit im Plasma, die Kammern dagegen werden gebildet, wenn das Plasma in dünnen, netzförmig verbundenen Platten die Zellflüssigkeit durchsetzt.

Von derartigen Protoplasmakammern wird auch der vordere, helle Raum im Inneren der Vaucheria-Schwärmsporen meist vollständig durchsetzt (Fig. 2).[2]) Stellt man auf denselben scharf ein, so kann man leicht bemerken, wie die Kammern langsam ihre Gestalt verändern.

Eine ähnliche, kämmerige Anordnung des zum grossen Theil mit Chlorophyllkörpern beladenen Körnerplasma zeigen die Zellen der Cladophora.

Andererseits hat Velten auch eine entsprechende Vertheilung des Körnerplasma in Pflanzenhaaren beschrieben. „Für einzelne Fälle ist es erwiesen," schreibt er hierauf[3]), „dass das Protoplasma ein Kanalsystem ist. Die Plasmakörnchen bewegen sich in oder an den Wänden der wässerige Lösungen einschliessenden Kammern; niemals sieht man eine körnchenhaltige Flüssigkeit in dem Protoplasma strömen; es sind nicht in sich zurücklaufende Kanälchen vorhanden, sondern dieselben sind vielfach unterbrochen durch Querwände. Die Configuration der Kammern wird durch die Bewegung der plasmatischen Wände fortwährend verändert; eine kürzere Zeit kann eine Form eingehalten werden."

---

[1]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 20.

[2]) Ich meinte früher, diese Kammern stiessen in der Mitte des Zellraumes in einer gleichmässig-feinkörnigen Plasmamasse zusammen, der ich sogar geneigt war, eine centrale Action zuzuschreiben. Jetzt konnte ich mich an den zahlreich untersuchten Schwärmsporen, die mir hin und wieder, namentlich bei leisem Drucke, völligen Einblick in ihr Inneres gestatteten, sicher überzeugen, dass dieser Raum von Zellflüssigkeit erfüllt ist. Meist ist diese Zellflüssigkeit von den Protoplasmakammern völlig durchsetzt, in manchen Fällen bleibt die Mitte der Flüssigkeit von denselben frei. Ich habe also wohl, als ich im Verhalten dieses hellen Raumes Stützen für dessen centrale Thätigkeit finden wollte, Ursache und Wirkung verwechselt, indem Verhalten und Stellung dieses Raumes von der Hautschicht aus bestimmt werden dürfte. (Zellbildung und Zelltheilung, p. 186.) Hin und wieder findet man auch in den Schwärmsporen mehrere mit Zellflüssigkeit erfüllte Lumina statt des einen. Wiederholt sah ich kleine Krystalle, wohl von oxalsaurem Kalk, in der Zellflüssigkeit liegen.

[3]) Flora 1873, p. 123.

Sehr verbreitet innerhalb mancher jungen und der meisten älteren Pflanzenzellen ist die bekannte Anordnung des Körnerplasma zu einer dünneren oder dickeren Lage auf der Innenseite der Hautschicht, so dass beide zusammen einen Beleg von wechselnder Mächtigkeit an der Wand der Zelle bilden. Wenn unter solchen Verhältnissen die Körnerschicht eine grössere Stärke erreicht, lassen sich oft gewisse Differenzen in dem Verhalten ihrer äusseren, an die Hautschicht grenzenden und ihrer inneren, an die Zellflüssigkeit anstossenden Lagen erkennen, welche auf eine etwas grössere Dichte der äusseren Lagen gegen die inneren hinweisen. Dieses kann sich in der Verschiedenheit der körnigen Einschlüsse äussern, auch wohl darin, dass die inneren Lagen des Körnerplasma sich in Bewegung befinden, wo die äusseren ruhen.[1])

In vielen Fällen durchziehen, von dem Wandbelege ausgehend, zahlreiche bewegliche Fäden des Körnerplasma das mit Flüssigkeit erfüllte Zelllumen.

Bei Aethalium septicum lässt die Grundmasse des Körnerplasma keinerlei Schichtungen erkennen, sie führt gleichmässig vertheilten, körnigen Inhalt, sehr vereinzelt auch contractile Vacuolen.

Eine leicht sichtbare, radiäre Anordnung nimmt das Körnerplasma in sich theilenden, thierischen Zellen, doch nicht proprio motu, sondern unter dem Einflusse des in Theilung eintretenden Zellkernes an. Um dessen Pole erscheint die Grundsubstanz des Körnerplasma strahlig vertheilt, ausserdem bis zu einer gewissen Entfernung körnerlos, da ihre Körner von den Kernpolen abgestossen werden. — Die Strahlen setzen bei ihrer Bildung an die Kernpole an und wachsen an ihren Enden. Die körnerlosen Stellen umgebend, erscheinen sie mit diesen wie zwei helle Sonnen in den sich theilenden Zellen. — Auch bei freier Zellbildung zeigt, in besonders durchsichtigen Fällen, das Körnerplasma radiäre Anordnung um die neuentstandenen Kerne.

Eine ganz bestimmte Differenzirung erfährt das Körnerplasma der Pflanzenzelle bei der Bildung der Chlorophyllkörper. Diese treten, wie bekannt, bei höheren Pflanzen in Körnerform, bei den Algen aber auch in Leisten- Band- oder Stern-Form auf. — Dass diese grüngefärbten Körper wirklich dem Körnerplasma angehören, das zeigen die Fälle wo, wie bei manchen niedersten Algen, das gesammte Körnerplasma grün gefärbt erscheint und nur die Hautschicht farblos ist. Dasselbe folgt überall aus der

---

[1]) Vergl. hierüber Pringsheim, Pflanzenzelle, 1854, p. 8 u. 9.

Entwicklungsgeschichte, und zwar: dass die Chlorophyllkörper aus der homogenen Grundsubstanz des Körnerplasma hervorgehen. Sie sind gegen das umgebende, ungefärbte Körnerplasma scharf abgegrenzt und zeigen sich an ihrer Oberfläche etwas dichter als im Inneren. Nicht immer ist übrigens diese Verdichtung optisch nachweisbar und nur aus dem Verhalten der Körner bei Quellung zu erschliessen.

Eine weitergehende Differenzirung des Körnerplasma als innerhalb der Pflanzenzellen hat bei vielen Rhizopoden stattgefunden. So wird im Körper der Heliozoen, den ich als seiner ganzen Masse nach aus Körnerplasma bestehend betrachten möchte, eine Mark- und Rindensubstanz, ein Endosark und Ektosark beschrieben. Beide Schichten gehen unmerklich in einander über, können aber auch scharf abgegrenzt sein; doch ist es in allen Fällen nur die Verschiedenheit des Protoplasma, keine besondere Membran, welche die Deutlichkeit der Contour bedingt.[1]) Im Endosark liegt stets der Kern oder die Kerne, das Ektosark ist charakterisirt durch den Besitz der contractilen Vacuolen. — „Bei Actinosphaerium unterscheidet sich die Mark- von der Rindensubstanz im Wesentlichen durch ihre gröbere Körnelung und die dadurch bedingte beträchtliche Undurchsichtigkeit. Ferner ist dieselbe vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich, der Sitz der Verdauung. Das vollkommene Gegentheil ist bei den Heliozoa Skeletophora der Fall. Hier ist die zahlreiche gröbere und feinere Körnchen enthaltende Rinde allein der die Nahrungsaufnahme und Assimilation versehende Theil, während niemals die Nahrungskörper bis in die centralen Partieen des Körpers hineingelangen. Dieselbe bildet in Folge dessen eine feinkörnige oder homogene Masse von mattgraubläulichem Glanz, welche mit einer deutlichen Linie gegen die Rindensubstanz sich absetzt.[2])

Manche Heliozoen zeigen auch innerhalb der von ihrer Oberfläche strahlig entspringenden Pseudopodien eine Differenzirung in einen „Axenfaden“ und die „Rindenschicht“. Bei Actinosphaerium ist diese Sonderung am deutlichsten. Die „Rindenschicht“ der Pseudopodien wird vom Körnerplasma des Ectosark, der „Axenfaden“ aus einer homogenen in Essigsäure sich lösenden Substanz, „vielleicht aus einer Verdichtung des Protoplasma“

---

[1]) R. Hertwig u. E. Lesser, Archiv f. mikr. Anat., Bd. X, Suppl., p. 161
[2]) Ebendas., p. 190.

gebildet [1]) und lässt sich durch das Ectosark bis in die Oberfläche des Endosark verfolgen. [2])

Bei Monothalamien kommen noch andere Sonderungen des Körnerplasma vor.

Euglypha alveolata Dujardin und ihr verwandte Formen lassen z. B. im Protoplasmakörper eine hintere, fast hyaline Masse, mit grossem, wasserhellem, kugeligem Kerne, eine mittlere grob- und dunkelkörnige Partie, durch etwa aufgenommene Nahrungsmittel getrübt, meist ganz undurchsichtig, und einen vorderen Abschnitt, mit geringer, feinkörniger Trübung, welcher meist ein oder mehr pulsirende Vacuolen und häufig auch noch Nahrungsmittel enthält, unterscheiden. [3])

Wir wollen es nunmehr versuchen, das Verhältniss des Hautplasma zu dem Körnerplasma näher zu beleuchten. Bekanntlich unterschied Pringsheim zuerst zwischen Hautschicht und Körnerschicht des Protoplasma und zwar bezeichnete er auch das Körnerplasma als „Schicht", weil er dasselbe zunächst an den mit Zellumen versehenen Pflanzenzellen studirte, wo das Protoplasma nur einen stärkeren oder schwächeren Beleg an der Cellulosewand bildete. [4]) Beide Bezeichnungen wurden dann auch auf Protoplasmamassen ohne Lumen übertragen und ich zog es in Anbtracht letzterer Fälle vor, die Bezeichung Körnerplasma statt Körnerschicht des Protoplasma zu brauchen. [5])

Die Hautschicht gilt den meisten heutigen Forschern als die körnchenfreie Grundsubstanz des Protoplasma. [6]) Hofmeister sucht ihre grössere Dichte gegen die innere Masse durch die „allgemeine Eigenschaft tropfbarflüssiger Körper einer die innere Masse weit übertreffender Dichtigkeit ihrer Oberfläche" zu erklären. [7])

Andererseits spricht neuerdings Pfeffer die Ansicht aus, der

---

[1]) Ebendas., p. 162.

[2]) Franz Eilhard Schulze, Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, p. 339.

[3]) Ebendas., Bd. XI, p. 100 u. 101.

[4]) Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle, 1854, p. 8.

[5]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl., p. 286.

[6]) Sachs, Lehrbuch der Botanik, IV. Aufl., 1874, p. 41.

[7]) Lehre von der Pflanzenzelle, p. 3. Pringsheim hielt noch (Pflanzenzelle p. 8) die Körnerschicht für dichter als die Hautschicht.

Primordialschlauch sei eine Niederschlagsmembran. [1]) „Das Protoplasma umkleidet sich," schreibt er, „mit reinem Wasser oder mit wässerigen Lösungen in Berührung gebracht, allseitig mit einer zarten Niederschlagsmembran, dem sogenannten Primordialschlauch, welcher sich übrigens auch bei Beachtung bestimmter Vorsichtsmassregeln um beliebige nicht lebensfähige Ballen von Protoplasma bildet. [2]) Pfeffer versteht hierbei jedenfalls unter Primordialschlauch das, was wir als Hautschicht bezeichneten, nicht den Primordialschlauch im Sinne Hugo v. Mohl's, wo derselbe nicht ausschliesslich die Hautschicht, sondern auch das ganze Wandplasma bedeuten kann.

Zunächst steht fest, dass die Hautschicht nicht scharf gegen das Körnerplasma abgegrenzt ist und somit nach der Definition, welche von Mohl für die „Pelicula" an Chlorophyllkörnern gibt, auch nicht als „Membran" zu bezeichnen wäre. Der Name Hautschicht für dieselbe ist jedenfalls sehr glücklich gewählt. [3]) Dass die Hautschicht nicht scharf gegen das Körnerplasma absetzt, vielmehr in dasselbe übergeht, das zeigt hinlänglich der an Plasmodien zu beobachtende Umstand, dass Körnchen des Körnerplasmas durch Ströme herangedrängt in die homogene Hautschicht zeitweise eintreten können. — Auch bei Bildung der Auszweigungen an Plasmodien ergiesst sich plötzlich das Körnerplasma in die vorgedrungene homogene Hautschichtmasse, ohne irgendwie bestimmbare Grenzen gegen dieselbe einzuhalten. Ausserdem sieht man an denselben Plasmodien die Hautschicht, je nach Umständen ihre Stärke verändern, als wenn die Körnchen näher zur Oberfläche vorgedrungen oder von der-

---

[1]) In der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Naturwiss. und Heilkunde zu Bonn am 5. Juli 1875 (vergl. Bot. Zeit. 1875, p. 660).

[2]) Auf letztere Erscheinung ist schon früher von W. Kühne hingewiesen worden. Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, 1864, p. 36 u. ff.

[3]) Häckel nennt (Kalkschwämme, Bd. I, p. 138) die Hautschicht: Rindenschicht, Exoplasma, das innere Körperplasma: Marksubstanz, Endoplasma. „So deutlich, schreibt er, sich die beiderlei Substanzen von einander scheiden, so sind sie dennoch niemals scharf getrennt, gehen vielmehr ohne bleibende Grenzschicht in einander über, ganz ähnlich, wie die hyaline Rindensubstanz und die körnige Marksubstanz des Infusorienkörpers." Auch die Bezeichnungen: Ektosark und Endosark werden von anderen Zoologen für Hautschicht und Körnerplasma gebraucht, dann aber, ebenso wie Rindensubstanz und Marksubstauz, auch zur Bezeichnung von Differenzen im Körnerplasma (so. z. B. bei Heliozoen).

selben sich zurückgezogen hätten. Alle diese Thatsachen scheinen nun in der That dafür zu sprechen, dass wir in der Hautschicht nur die verdichtete Grundsubstanz des Protoplasma vor uns haben.

Andere Gründe lassen sich aber auch gegen diese Auffassung anführen. Zunächst solche Fälle, wie in den Zellen der Spirogyra, oder an den Schwärmsporen von Vaucheria, wo die Hautschicht eine ganz besondere, von dem nach innen folgenden Körnerplasma ganz verschiedene Structur besitzt. Da lässt sie sich doch unmöglich mit der Grundsubstanz der Körnermasse identificiren.

Doch auch da, wo eine solche Structur-Differenz nicht existirt, deuten anderweitige Erscheinungen auf die Verschiedenheit des Hautplasma und des Körnerplasma hin.

Wenn eine Schwärmspore der Vaucheria sessilis zur Ruhe gekommen ist und ihre Cilien eingezogen hat, sehen wir die Hautschicht ihre Structur aufgeben. Die Chlorophyllkörner rücken gegen die Peripherie der Schwärmspore hin und scheinen sie fast zu erreichen. Bei Anwendung schwacher Compression kann man sich aber überzeugen, dass die Hautschicht nicht etwa geschwunden ist, vielmehr sich zu einer sehr dünnen, noch stärker als zuvor das Licht brechenden Schicht verdichtet hat. Wird der Druck langsam gesteigert, so platzt die mit einer feinen Cellulosewand umhüllte Schwärmspore und ihr Inhalt beginnt hervorzutreten. Dabei kann man sehen, wie das Körnerplasma längs der Hautschicht abfliesst, während letztere unbeweglich an ihrem Orte beharrt; wie Vacuolen im Körnerplasma dicht an der Hautschicht auftreten, ersteres von letzteren an einzelnen Orten trennend, ohne dass die stark lichtbrechende, durch Druck breiter gewordene Hautschicht selber hierdurch afficirt würde. Die ausgetretenen Ballen des Körnerplasma runden sich zu Kugeln ab in dem umgebenden Wasser und wachsen durch dessen Aufnahme; auf ihrer Oberfläche hat sich alsbald eine Niederschlagsmembran gebildet. Sie erscheinen nunmehr als scharf conturirte, ihrer Hauptmasse nach farblose und homogene Kugeln, deren Inhalt meist einseitig der Kugelwandung anliegt. Setzt man etwas Wasser zu dem Präparate hinzu und hebt so den Druck auf die Schwärmspore auf, so sucht sich auch diese, ihre Wunde schliessend, wieder abzurunden, braucht aber dabei nicht Kugelgestalt anzunehmen. Aehnlich dem Hauptkörper der Schwärmspore verhalten sich dann auch andere mit Hautschicht umgebene Plasmaballen,

die es künstlich gelang, von der Spore abzutrennen. Solche Körper werden auch nicht von einer Niederschlagsmembran umgeben, scheiden vielmehr eine zarte Zellstoffhülle aus; sie sind auch zur weiteren Existenz befähigt, während die von Körnerplasma allein gebildeten Kugeln alsbald zu Grunde gehen. Letztere bersten bei fortgesetzter Wasseraufnahme, wobei ihre zarte Niederschlagsmembran faltig zusammenfällt, ihr körniger Inhalt, dem unmittelbaren Einflusse des umgebenden Wassers ausgesetzt, langsam sich desorganisirt. — Bei Mangel an hinlänglichem körnigen Inhalte müssen auch von Hautschicht umgebene Plasmastücke zu Grunde gehen, die Hautschicht zersetzt sich dann in der Art, dass zunächst Vacuolen in ihrem Inneren sich bilden.

Instructiv sind wegen des Verhaltens der Hautschicht und des Körnerplasma auch die an künstlich verwundeten Vaucheria-Schläuchen eintretenden Erscheinungen. Dieselben sind neuerdings von Hanstein geschildert worden.[1]) Ich durchschnitt gleich ihm mit einer scharfen Scheere die Schläuche von Vaucheria sessilis und konnte nun bei sofortiger Einstellung mit starkem Immersionssystem die ganze Erscheinung deutlich verfolgen. Aus dem Inneren des Schlauches sieht man nun an der Schnittfläche eine blasenförmige Ausstülpung hervortreten; sie wird aus Körnerplasma und Zellsaft gebildet. Rasch wachsend beginnt sie sich als freie Kugel abzurunden, hinter welcher die freien Ränder der sehr dünnen Hautschicht zusammenneigen. In dem Augenblicke, wo die Kugel eingeschnürt wird, haben sich auch die Hautschicht-Ränder erreicht, der Schluss der Wunde durch Hautschicht ist vollzogen. Dieser Schluss kann in den günstigsten Fällen ein definitiver sein, häufiger jedoch wird er noch ein bis mehrmals durchbrochen. Dann sieht man den vorderen Rand der Hautschicht langsam vorrücken; die Zelle nimmt jedenfalls Wasser in ihr Inneres durch die Hautschicht auf und vergrössert so ihr Volumen. Plötzlich wird die Hautschicht von Neuem aufgerissen und es tritt eine neue blasige Ausstülpung aus dem Inneren der Zelle hervor: auch diese wird als Kugel abgeschnürt. Schliesslich bilden die vereinigten Hautschichtränder einen bleibenden Verschluss. Die aus dem Zellinneren ausgestossenen Kugeln wachsen bedeutend an und zeigen durchaus dasselbe Verhalten wie die

---

[1]) Sitzber. der niederrh. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. Sitzung vom 4. Nov. 1872. Früher schon hatte Thuret dieselben verfolgt. Ann. d. sc. nat. Bot., 2. Sér. 1840, T. XIV, p. 65.

aus den Schwärmsporen ausgedrückten Massen des Körnerplasma.[1]) Sie werden durchsichtig, ihr körniger Inhalt einseitig angesammelt und wenn sie bersten, wird eine an ihrer Oberfläche entstandene Niederschlagsmembran kenntlich. Die Hautschicht verhält sich auch hier also anders wie das Körnerplasma. An der Wandfläche wird aus ihr eine Cellulosemembran ausgeschieden, welche, so wie es auch Hanstein angibt, an die seitlichen Cellulose-Wände des Schlauches ansetzt. Zur Bildung der Cellulose dient auch hier Stärke[2]), denn man sieht Ströme des Körnerplasma mit kleinen Stärkekörnchen beladen von allen Seiten der Hautschicht der Wundfläche zueilen. Zuletzt sammelt sich hier eine starke Schicht feinkörnigen Protoplasmas an, durch welches die Chlorophyllkörner zurückgedrängt werden. So erinnert die Stelle sehr an die normalen Spitzen fortwachsender Schläuche.

Das Weitere über diese Vorgänge bitte ich bei Hanstein nachzusehen und füge hinzu, dass nach kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Van Tieghem die Mucorineen sich in der Fähigkeit, ihre Wunden zu schliessen, wie Vaucheria verhalten.[3])

Wenn ich ein Plasmodium von Aethalium septicum mit scharfem Messer senkrecht gegen dessen Oberfläche in mehrere Stücke zerschnitt, zeigten sich die Schnittflächen zunächst ohne eine scharfe Begrenzung. Die Hautschicht fehlte an denselben und die Körnchen reichten bis an die Peripherie hin, oft sogar unregelmässige Hervorragungen an derselben bildend. An einzelnen Orten konnte ich kugelige Blasen aus dem Inneren des Plasmodium hervortreten sehen. Oft lagen sie in grösserer Zahl aneinander und erschienen mehr oder weniger vollständig mit einander verschmolzen. Sie wurden gebildet aus der Grundsubstanz des Körnerplasma, die meist nur wenige Körner eingestreut enthielt. Ihr Inhalt war sehr dünnflüssig, jedenfalls durch Wasseraufnahme; die Oberfläche alsbald als Niederschlagsmembran erhärtet. Diese Kugeln wiederholen hier also im Allgemeinen die Erscheinungen, die uns für austretendes Körnerplasma schon bekannt sind. Ein Ueberziehen der Wundfläche durch Hautschicht von den intacten Rändern aus, war hier für alle diejenigen Fälle, wo die Wundfläche einige Ausdehnung hattte, ausgeschlossen; die

[1]) Vergl. Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl.

[2]) Amoeboide Bewegungen habe ich an denselben eben so wenig beobachten können als Velten, Flora 1873, p. 102.

[3]) Ann. d. sc. nat. Botanique, VI. Sér. 1 T. 1875, p. 19 u. ff.

Hautschicht wurde also, wenn überhaupt, an der Wundfläche neu erzeugt, was in den von mir beobachteten Fällen stets eine geraume Zeit in Anspruch nahm. Bei der relativ grossen Dichtigkeit der ganzen Protoplasmamasse fand auch die Ausstossung der Kugeln an den Wundflächen nur langsam statt und konnte sich lange an solchen Stellen die keine Hautschicht gebildet hatten wiederholen.

Wie Ballen aus Körnerplasma verhalten sich auch die Chlorophyllkörner, die im Wasser quellen. Wasser aufnehmend können sie in den prägnantesten Fällen schliesslich zu einer Kugel anschwellen, die, von farbloser Wand umgeben und mit sonst farblosem Inhalt erfüllt, meist einseitig im Inneren die grüngefärbten Plasmatheile und deren körnige Einschlüsse führt.[1]) Auch durch dieses Verhalten werden die Chlorophyllkörner, als zum Körnerplasma gehörig, charakterisirt.

Von anders her wissen wir, dass Körnerplasma und Hautschicht nicht die gleichen Beziehungen zu den Zellkernen zeigen, wenn letztere in Action treten, die ursprüngliche Rolle bei der Zellbildung oder Zelltheilung sich aber bewahrt haben.[2]) So sehen wir bei der freien Zellbildung im Embryosack von Ephedra das Körnerplasma radial um die Kerne sich gruppiren, die Hautschicht hingegen an die Peripherie der unter dem Einflusse des Kernes gebildeten Sphäre gedrängt werden. Umgekehrt finden wir, dass die peripherisch in den thierischen Eiern bei der Befruchtung auftretenden Kerne sich von der Hautschicht abstossen und mehr oder weniger bis in die Mitte der Eier rücken. Sie erscheinen alsdann von Strahlen des Körnerplasma, die bis an die Hautschicht reichen, umgeben.

Bei der Theilung der pflanzlichen Zellen wird die Hautschicht in die Aequatorialebene zwischen die beiden neugebildeten Zellkerne gedrängt.

Alle diese Gründe zusammengenommen veranlassen mich, die Hautschicht nicht einfach für die körnchenlose Grundsubstanz des Plasma zu halten, vielmehr für eine bestimmte Modification dieser Grundsubstanz, welche, vornehmlich zum Schutz und zum Abschluss des Plasma nach aussen dienend, mit einer Anzahl eigener, von der Grundsubstanz des Körnerplasma verschiedener Eigenschaften begabt ist. — Hiermit ist nicht gesagt, dass die

---

[1]) Vergl. die Bilder von Naegeli u. Schwendener. Mikroskop 1867, p. 553.

[2]) Zellbildung und Zelltheilung, II. Aufl. an verschiedenen Stellen.

Hautschicht aus der Grundsubstanz des Körnerplasma nicht erzeugt werden könnte, dass beide nicht leicht in einander übergehen sollten, vielmehr halte ich Beides für so gut wie sicher. Denn wir haben ja gesehen, dass an durchschnittenen Plasmodien des Aethalium septicum die Wunde sich mit neuerzeugter Hautschicht überziehen kann; bei freier Zellbildung findet sich Hautschicht um die neuen Zellen ein, bei Zelltheilung in der zukünftigen Theilungsebene.

Aus allem Diesem geht auch hervor, dass beide Substanzen mit einander mischbar sind; direct lässt sich dies bei Bildung der Auszweigungen an den Plasmodien verfolgen.[1]) Daher auch nirgends im lebenden Plasma die Hautschicht gegen die Körnerschicht scharf abgegrenzt erscheint.

Das Angeführte ergibt aber weiter von selbst, dass die Hautschicht als durch Oberflächen-Spannung entstanden nicht gedacht werden kann. Ich stelle eine solche Verdichtung der Oberfläche, ein solches „Oberflächenhäutchen", im Sinne der Physiker, am Protoplasma durchaus nicht in Abrede, behaupte aber nur, dass die Hautschicht dieses Häutchen nicht sein könne. Denn die Hautschicht ist eben keine blosse Verdichtungsschicht an der Oberfläche des Protoplasma, vielmehr eine aus der Differenzirung desselben hervorgegangene, mit besonderen Eigenschaften begabte Schicht.

Max Schultze und später Kühne nahmen das „Oberflächenhäutchen" im richtigen Sinne für die Erklärung der am Protoplasma beobachteten Erscheinungen in Anspruch und zwar um eine peripherische Verdichtung auch an solchen Plasma-Massen zu erhalten, die keine Hautschicht zu besitzen scheinen. Bei den genannten Autoren wird dieses „Oberflächenhäutchen" combinirt mit den Veränderungen, welche die Oberfläche einer Flüssigkeit erfährt, wenn sie längere Zeit mit Luft oder mit einer anderen Flüssigkeit, die sich nicht mit ihr mischt, in Berührung bleibt.[2]) Diese Betrachtungen führten Max Schultze zu der Vorstellung einer „Contactmembran", einer verschwindend feinen

[1]) Bei Pelomyxa palustris Greeff. ist nach Franz Eilhard Schulze das „oft plötzliche Eindringen von Vacuolen und Körnchen in eine eben vorgequollene Welle des Rindenplasmas sehr auffällig und wohl nur aus einer schon von Greeff angenommenen zeitweisen Mischung oder Durchdringung beider Substanzen, der zähflüssigen contractilen und der inneren dünnflüssigen zu erklären." Archiv f. mikr. Ar[illegible] [illegible]43.

[2]) Max Schultze, Prot[illegible]

Haut, die er übrigens auch nur mit Vorsicht auf die lebendige Substanz übertragen wissen wollte. [1])

Erst Hofmeister suchte die Hautschicht als rein physikalisches „Oberflächenhäutchen“ zu deuten, da letzteres aber an Flüssigkeiten sicher nicht direct wahrnehmbar ist, so fügte er willkürlich hinzu: dass dasselbe beim Protoplasma in anschaulichster, den Augen direct wahrnehmbarer Weise auftrete.

Meiner Auffassung nach müssen Hautschicht und „Oberflächenhäutchen“ durchaus auseinandergehalten werden, und schliesst das Vorhandensein der ersteren nicht die Existenz des letzteren an einem und demselben Gebilde aus, andererseits dürfte aber gerade da, wo die Hautschicht fehlt, das Oberflächenhäutchen kaum vermisst werden.

Diese Erörterungen führen mich dahin, auch die Frage nach der physikalischen Beschaffenheit des Protoplasma hier zu berühren, eine Frage, die neuerdings wieder von Velten behandelt worden ist. [2])

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens fühle ich kein Bedenken, die Naegeli'sche Hypothese von der Molecularstructur organisirter Gebilde auch auf das Protoplasma zu übertragen. Ich schliesse mich hiermit der Auffassung an, welche zuerst von Sachs in seiner Experimental-Physiologie der Pflanzen [3]) vertreten wurde.

Damit wird aber nur angenommen, dass auch das Protoplasma aus isolirten, durch mehr oder minder dicke Wasserhüllen getrennten Moleculen aufgebaut sei, ohne über die Form der Molecule irgend eine Vermuthung auszusprechen. Für die Bestimmung der letzteren fehlt es noch an allen Anhaltspunkten. [4])

Durch die Uebertragung der Naegeli'schen Moleculartheorie auf das Protoplasma wird einerseits eine einheitliche Auffassung des Baues organisirter Gebilde angebahnt, andererseits ist diese Hypothese aber auch in der That geeignet, die am Protoplasma beobachteten Erscheinungen auf eine gemeinsame Grundlage zurückzuführen. Denn die bestimmte Gestalt und die activen Lebensäusserungen des Protoplasma lassen sich auf die Thätigkeit seiner Molecule zurückführen; die Eigenschaften, die es mit einer Flüs-

---

[1]) W. Kühne, Protoplasma, p. 85. M. Schultze, l. c., p. 61.
[2]) Sitz. d. k. Akad. d. Wiss., Bd. LXXIII, 1. Abth., März-Heft 1876.
[3]) 1865, p. 443.
[4]) Vergl. hierüber Sachs, Lehrbuch, IV. Aufl. 1874, p. 637.

sigkeit gemein hat, aber auf die die Molecule umgebenden Wasserhüllen. — Auch diese Gesichtspunkte sind bereits von Sachs in seiner Pflanzenphysiologie geltend gemacht worden und kann ich daher Velten (l. c.) nicht beistimmen, wenn er in allen Erscheinungen, wo sich das Protoplasma als Flüssigkeit gerirt, moleculare Aenderungen desselben annehmen will. Ich würde daher auch keine Bedenken tragen, mit Naegeli und Schwendener die Bezeichnung halbflüssig[1]) auf die Consistenz des Protoplasma anzuwenden, wenn ich gleichzeitig, wie es von Naegeli und Schwendener geschehen, hinzufügen könnte, dass sich dieser Ausdruck einzig und allein auf die Consistenz, nicht aber auf den inneren Bau der Plasmagebilde bezieht. — In dem gleichen Sinne liesse sich auch die oft gebrauchte Bezeichnung festflüssig verwenden.

Je wasserreicher das Protoplasma ist, desto ausgeprägter dürften die Eigenschaften auftreten, die es mit einer Flüssigkeit theilt, denn es wäre doch schwer in Abrede zu stellen, dass die Fähigkeit des Protoplasma, zu fliessen, mehrere Plasmakörper in einen zu verschmelzen, Fortsätze einzuziehen, auf die Eigenschaften einer Flüssigkeit hindeuten. Auch treten im lebenden Protoplasma normaler Weise kugelige Vacuolen auf, wenn nur dieses Protoplasma wasserreich genug ist und sonst keine anderen Kräfte die Gestalt der Vacuolen beeinflussen.

Die kugelige Abrundung freier Protoplasmamassen ist in der That meist an molecular veränderten Gebilden, unter abnormen Verhältnissen beobachtet worden, nichtsdestoweniger erfahren eine solche Abrundung auch normale Eier, oder zur Ruhe kommende Schwärmsporen, ohne dass zur gleichen Zeit ihr Zellkern in Thätigkeit getreten wäre und auf dessen Action die genannten Erscheinungen sich zurückführen liessen.

In den vorwiegend eiförmigen Gestalten der in Bewegung begriffenen Schwärmsporen möchte ich fast eine Resultante zwischen den an einzelnen Orten dominirenden festen Gestaltungstrieben und den Eigenschaften als Flüssigkeit erblicken. Instructiv ist gewiss, dass eine Schwärmspore von Vaucheria die verkehrt eiförmige Gestalt, die sie während des Schwärmens besitzt, so lange behält, als ihre Hautschicht die stäbchenförmige Structur noch zeigt. Diese Hautschicht ist stärker am vorderen Ende der Schwärmspore als am hinteren entwickelt, und damit

[1]) Mikroskop, p. 552.

mag es zusammenhängen, dass das vordere Ende der Schwärmspore auch breiter ist und das Zelllumen ihm näher liegt. Sobald die Hautschicht ihre Structur einbüssend auf eine dünne Lage zusammensinkt, und die Körnerschicht mit ihren Chlorophyllkörnern gleichmässig der Peripherie sich nähert, rundet sich die Schwärmspore unter dem nunmehr dominirenden Einflusse des wasserreichen Körnerplasmas zu einer Kugel ab, in deren Mitte das Lumen rückt. — Aehnlich sehen wir die aus einer solchen Schwärmspore herausgedrückten Massen des Körnerplasma sich abrunden, während es mir gelang, theilweise entleerte und künstlich verkleinerte Schwärmsporen von Hautschicht umgeben in den abenteuerlichsten Gestalten aus den Sporangien zu befreien. Gerade nun aber solche theilweise von Körnerplasma entleerte Schwärmsporen hatten eine besonders dicke Hautschicht aufzuweisen und strebten daher am wenigsten, Kugelform anzunehmen, was sie ja aber gerade in erhöhtem Masse thun müssten, wenn die Hautschicht ein „Oberflächenhäutchen" wäre. Ich erhielt sichelförmig gekrümmte und birnförmige Körper, die dem entsprechend auch die sonderbarsten Bewegungen im umgebenden Wasser ausführten, schliesslich aber kugelig wurden, nachdem zuvor die Structur ihrer Hautschicht verschwand und das Körnerplasma bis dicht an die Peripherie vorrückte.

Je dichter das Protoplasma, um so ausschliesslicher kommen die Eigenschaften seiner Molecule zur Geltung und um so fester ist dann seine Consistenz, um so mehr treten die Eigenschaften, der die Molecule umgebenden Wasserhüllen zurück. So dünnflüssig ist das Protoplasma wohl selten, dass es passiv die sphärische Gestalt anzunehmen bestrebt wäre, denn den an austretenden Plasmamassen beobachteten Erscheinungen der Kugelbildung scheint in der That eine Störung der molecularen Verhältnisse vorauszugehen. Man sieht nämlich dasselbe Plasma, das, aus der Zelle entleert, sich sphärisch abrundet, im Inneren der Zelle oft ganz bestimmt geformte, freie Plasmafäden bilden.

Doch wenn auch durch die Wechselwirkung der Molecule jenes Streben zur Kugelform unterdrückt wird, bleibt noch in Folge der Wasserhüllen die leichte Verschiebbarkeit der Molecule gegen einander, welche manche Aeusserungen des Flüssigen am Protoplasma zulässt.

Bestimmt gestaltete Plasmamassen zeigen Strömung im Inneren, ja selbst ihrer Oberfläche; sie verschmelzen wie Flüssigkeitstropfen unter einander, wenn sie sich berühren; sie ziehen

sich fadenförmig aus, wo sie sich trennen sollen, und nehmen, nach erfolgter Trennung, die Fadenstücke wieder in ihr Inneres auf.

Die vorliegenden Beobachtungen verlangen auch an der Oberfläche bestimmt geformter Plasmagebilde ein physikalisches „Oberflächenhäutchen“, wie es Flüssigkeiten zeigen. Dieses Häutchen fehlt vielleicht nur auf der Oberfläche sehr dichter Plasmagebilde; ich glaube nicht dass die Existenz einer Hautschicht es für alle Fälle ausschliesst, wenn auch in der That die Festigkeit der Hautschicht meist gross genug ist um auch diese Aeusserung des Flüssigen zu unterdrücken.

Man kann sich denken, dass in Plasmamassen deren Consistenz sich mehr dem Festen nähert, die Molecule grösser sind oder näher aneinandergerückt, die Wasserhüllen kleiner; umgekehrt in wasserreichen Plasmamassen die Molecule kleiner oder mehr auseinandergerückt, die Wasserhüllen grösser. Die Veränderungen der Consistenz aus dem Flüssigen in's Festere oder umgekehrt wäre dann leicht aus der Aenderung der Grösse der Molecule oder der Aenderungen ihrer gegenseitigen Entfernung zu begreifen und müsste Wasserverlust schon allein eine Festigkeitszunahme zur Folge haben.[1]) — Freilich würde diese Aenderung der Consistenz nicht ausreichen, um sonstige am Protoplasma eintretende Veränderungen zu erklären, und beispielsweise haben wir gesehen, dass die Eigenschaften der Hautschicht sich nicht aus der Annahme allein erklären lassen, dass sie die verdichtete Grundsubstanz des Protoplasma sei. Um solche und noch weitergehende Unterschiede zu begreifen, müssen wir auch eine Verschiedenheit der das Plasma in seinen Theilen aufbauenden Molecule annehmen, eine Verschiedenheit, welche deren Eigenschaften nach einer gewissen Richtung beeinflusst.

Die Hautschicht kann am Protoplasma fehlen, und da solche Fälle besonders instructiv sind, so will ich hier auf dieselben näher eingehen.

Eine Hautschicht hat sich bis jetzt nicht nachweisen lassen bei der grössten Zahl der Rhizopoden, oder richtiger gesagt: bei allen Rhizopoden, wenn man diese Bezeichnung mit R. Hertwig und E. Lesser auf die mit verästelten, wurzelförmigen Pseudopodien versehenen Organismen beschränken will.[2])

Wir wollen hier zunächst die typischen Formen mit leicht-

---

[1]) Vergl. hierüber auch Velten, Sitzber. l. c., p. 9.
[2]) Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, Suppl. 1874, p. 43.

fliessenden, körnchenreichen Pseudopodien in's Auge fassen. Diese Pseudopodien werden von gleichmässigem Körnerplasma gebildet und die Consistenz ihrer Oberfläche ist eine „so geringe, dass fremde Körper, welche an dieselben anstossen, fast augenblicklich in dieselbe aufgenommen werden können". [1]) Dabei streifen die fliessenden Körner dicht an die Oberfläche, ja sie springen an derselben vor. Die ganze Oberfläche befindet sich mit in fliessender Bewegung und man kann sehen, dass fremde Körper [2]), so dem Beobachtungswasser zugefügte Carmin- oder Stärkekörner [3]), welche an der Pseudopodien-Oberfläche haften geblieben, an derselben fortgeführt werden. Sie bewegen sich dabei gleichzeitig in verschiedener Richtung an demselben Pseudopodium. Die Pseudopodien verschmelzen ausserordentlich leicht mit einander. — Hier gibt es keine andere Hülle als das physikalische Oberflächenhäutchen. Wie merkwürdig und wie bezeichnend bleibt es hierbei, als Hinweis auf anderweitige complicirte Molecularvorgänge im Protoplasma, dass die Pseudopodien, die bei einem und demselben Individuum so leicht mit einander verschmelzen, sich fliehen, wenn sie verschiedenen Individuen derselben Art angehören. [4]) So ist es wenigstens in der grossen Mehrzahl der Fälle, während doch andererseits auch Beispiele bekannt sind, wo das Umgekehrte stattfindet, so bei den colonienbildenden Rhizopoden. [5])

Ganz wie die leichtfliessenden Pseudopodien der Rhizopoden verhalten sich die fadenförmigen Protoplasmaströme im Inneren der Pflanzenzellen, so wie sie in den Tradescantia-Haaren bekannt, oder wie ich sie im Inneren der Spirogyra-Zellen beobachten

---

[1]) Max Schultze, Protoplasma, p. 28.

[2]) Johannes Müller, Abh. d. Ak. d. Wiss. zu Berlin, 1858, p. 9. Haeckel, Radiolarien 1862, p. 91.

[3]) Vergl. Max Schultze, Protoplasma. p. 26.

[4]) Protoplasma, p. 25.

[5]) Während z. B. andere Gromien sich nicht vereinigen, besitzt Gromia socialis Carter. die Neigung, mit anderen ihrer Art zu kleineren Gesellschaften zu verschmelzen; zunächst verschmelzen einzelne Pseudopodien nahegekommener Thiere, so dass Fadennetze entstehen, durch allmähliches Verkürzen dieses Fadennetzes kommen die Thiere schliesslich mit ihren Mündungen an einander; von der verschmolzenen Protoplasmamasse, welche zwischen den nebeneinander gelegenen Mündungen der so vereinten Thiere gelegen ist, strahlen dann die Pseudopodien nach allen Richtungen nach aussen. (F. E. Schulze, Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 121—122.)

konnte.[1]) Auch aus diesen Strömen kann man einzelne Körner oft an der Peripherie vorspringen sehen und befindet sich diese Peripherie mit in Bewegung. Sehr schön sah ich das in halb ausgewachsenen Tradescantia-Haaren, deren Zellen, noch mit farblosem Zellsaft erfüllt, zahlreiche, relativ grosse Stärkekörner enthielten. Diese Stärkekörner wurden von den Strömen mitgeführt, öfters war ihr Durchmesser grösser als der Durchmesser des Stromes, sie ragten aus demselben hervor; Letzteres geschah oft auch aus stärkeren Strömen. Nicht selten fiel ein Stärkekorn ganz aus dem Strome heraus und blieb unbewegt liegen, um nach einiger Zeit demselben Strome oder einem anderen wieder anzuhaften und an dessen Oberfläche mit fortgeführt, ja bald auch in dessen Inneres aufgenommen zu werden. Somit zeigte sich hier das gleiche Verhalten, das man an den Pseudopodien der Rhizopoden beobachten kann, wenn man dem Untersuchungswasser Stärkekörner beigemengt hat. Ich selbst sah gelegentlich die Strömung bei Gromia oviformis und wüsste in der That nicht die Strömung in ihren Pseudopodien von derjenigen in den Zellen der Tradescantia-Haare zu unterscheiden. Somit kommt meiner Ueberzeugung nach auch den die Tradescantia-Zellen durchsetzenden Strömen keine andere Hülle als das rein physikalische „Oberflächenhäutchen“ zu, und ein solches dürfte auch hier und anderswo nur das Wandplasma besitzen an der Fläche, mit der es an die Zellflüssigkeit grenzt. Andererseits wird aber zum Unterschied von den Pseudopodien der Rhizopoden das ganze in Bewegung befindliche Körnerplasma der Tradescantia nach aussen, gegen die Zellwand hin, von der in Ruhe befindlichen[2]) differenten Hautschicht abgegrenzt.

Bei Spirogyra orthospira fanden wir unter Umständen die ruhende Hautschicht aus radialen Stäbchen aufgebaut, während an ihrer Innenfläche das mit Stärkekörnern beladene Körnerplasma sich in lebhafter Strömung bewegte.

In den Zellen der Spirogyra orthospira sah ich auch neue Stromfäden, welche frei die Zellflüssigkeit durchsetzen sollten,

---

[1]) Vergl. hierüber auch Max Schultze, Müller's Archiv 1858, p. 335 und Haeckel, Rodiolarien 1862, p. 98. Dass das Protoplasma der Pflanzenzelle „wenn nicht identisch, so doch in hohem Grade analog“ der thierischen Sarcode sei, sprach zuerst F. Cohn 1850 aus. Nova Acta nat. cur. Vol. XXII, p. 664.

[2]) Max Schultze, Protoplasma, p. 41. Velten, Flora 1873, p. 100.

sich ganz wie die Pseudopodien der in Vergleich gezogenen Rhizopoden bilden. — „Verfolgt man," schreibt Max Schultze[1]), „an einer eben auf den Objectträger gebrachten Miliolide das Ausstrecken der Pseudopodien, so bemerkt man, dass alle schnell und in grader Linie sich verlängernden Fäden an dem Ende abgerundet oder mit einer kolbenförmigen Anschwellung versehen sind. „Letztere schwankt im Vorrücken wie tastend hin und her. Im Moment der Berührung mit einem anderen Faden „zertheilt sich die knopfförmige Anschwellung wie eine platzende, mit Flüssigkeit gefüllte Blase und mischt ihre Substanz der des begegnenden Fadens bei, genau wie wenn ein kleiner Fetttropfen in einem grösseren aufgeht." — „Sehr oft begegnet es Einem, dass, wenn man den Moment der Verschmelzung zweier einander entgegenlaufenden Fäden erwartet, dieselben in verschiedenen Ebenen übereinander hinwegziehen. Ja die Verschmelzung scheint ausbleiben zu können auch bei directer Berührung. Es muss danach wahrscheinlich ein Act der Willkür mitwirken, oder es ist ein Hinderniss zu überwinden, wie zwei Fetttropfen oft erst zusammenfliessen, wenn sie mit einer Nadel angestochen werden." Bei Spirogyra orthospira traten die Pseudopodien am zahlreichsten aus dem den Kern umgebenden Körnerplasma während der Theilung hervor. Sie wurden als Höcker oft fast körnerloser Grundsubstanz sichtbar, in welche bald neue Plasmamassen und Körner einwanderten. Die Höcker verwandelten sich so in freie Fortsätze, die frei in die Zellflüssigkeit hineinragten. Diese Fortsätze waren auch hier an ihrer Spitze abgerundet, meist keulenförmig angeschwollen und führten gleichsam tastende Bewegungen aus. Erreichten sie, länger werdend, andere Plasmatheile, so sah man sie mit denselben verschmelzen, im umgekehrten Falle konnten sie wieder eingezogen werden. Solche Pseudopodien sah ich auch an den vorspringenden Innenkanten der Chlorophyllbänder sich bilden. Es können auf diese Weise also freie Plasmaströme gebildet werden, während dieselben in anderen Fällen wohl auch entstehen, wenn durch Auftreten von Vacuolen eine zusammenhängende Plasmamasse zerklüftet wird. Meine Beobachtungen über die Bildung der Plasmafäden bei Spirogyra schliessen sich also an die Angaben von Heidenhein[2]) Haeckel[3])

---

[1]) l. c., p. 24.
[2]) Studien, Heft II 1863, p. 62.
[3]) Radiolarien, p. 98.

und Hofmeister[1]) an, während sie keine Stützen für die Auffassung Hanstein's[2]) abgeben, der zufolge die Fäden als seitliche Falten aus der Fläche des Wandprotoplasma hervortreten sollten; auch nicht für die Deutung Velten's[3]), dass sie durch Anschwellen eines Insuccationskanals emporgehoben würden.

Aus der Structur, wie sie hin und wieder an der Hautschicht beobachtet wird, und der Art, wie letztere sich bei Zelltheilungen in der zukünftigen Trennungsebene ansammelt, folgt schon zur Genüge, dass sie nicht eine Niederschlagsmembran sein kann, und darf überhaupt nicht von den Niederschlagsmembranen aus, wie sie künstlich an Eiweissmassen erhalten werden, auf das Vorhandensein derselben an der Oberfläche des lebenden Protoplasma geschlossen werden. Das zeigt sich am augenfälligsten in dem Verhalten der nackten, nur aus Körnerplasma bestehenden Pseudopodien vieler Rhizopoden, denn während aus dem Inneren der Zellen herausgetriebenes Körnerplasma sich sofort mit einer Niederschlagsmembran überzieht, lässt sich an jenen Pseudopodien eine solche Membran durchaus nicht nachweisen.

Eine Niederschlagsmembran fehlt aber auch an der Peripherie der Hautschicht der zum freien Leben angepassten Plasmamassen, wie solche die Plasmodien oder Schwärmsporen bilden. Letztere bedecken sich schliesslich mit einer Cellulosemembran, die ein Ausscheidungsproduct des Protoplasma, aber keine Niederschlagsmembran desselben ist.

Zeigt die Hautschicht in Pflanzenzellen gewisse Eigenschaften einer Niederschlagsmembran, so sehe ich hierin eben nur den Beweis, dass sie diese Eigenschaften mit den Niederschlagsmembranen theilt, kann aber dem Schluss nicht beitreten, dass sie selbst nur als eine solche Membran aufzufassen sei. Letztere Deutung wird ja wohl durch alle in diesem Aufsatze niedergelegten Beobachtungen und Betrachtungen von vorne herein ausgeschlossen.

Eine Niederschlagsmembran können wir eben so wenig auf der Innenseite des Wandplasma wo letzteres in Pflanzenzellen an Zellflüssigkeit grenzt, noch an den frei den Zellsaft durchsetzenden Plasmafäden gelten lassen.

---

[1]) Lehre von den Pflz., p. 44 u. 45.
[2]) Sitzb. d. niederrh. Gesellsch. in Bonn 1870, p. 221.
[3]) Flora 1873, p. 125.

Eine andere Frage ist es, ob eine solche Niederschlagsmembran auch an der Oberfläche der im Protoplasma gebildeten Vacuolen fehle. An contractilen Vacuolen ist sie sicher nicht vorhanden, das zeigt ihr völliges Schwinden bei der Systole. [1]) Bei stabilen Vacuolen mag sie immerhin auftreten können, manche Fälle, die ich beobachtet habe, sprachen scheinbar dafür; gewöhnlich dürften aber auch solche Vacuolen nur durch das physikalische „Oberflächenhäutchen" abgegrenzt sein. — Ob sich hier zu dem Oberflächenhäutchen eine anderweitige Verdichtung der Oberfläche im Sinne der Max Schultze'schen „Contactmembran" gesellen kann, will ich dahingestellt lassen.

Es muss hier mit Brücke und Max Schultze immer wieder davor gewarnt werden, die an leblosen Flüssigkeiten gemachten Beobachtungen ohne Weiteres auf eine lebende Substanz zu übertragen, welche fortwährenden Veränderungen in ihrer ganzen Masse ausgesetzt ist.

Wie complicirt der moleculare Bau der protoplasmatischen Substanz sein müsse, das lehrten uns am besten die Erscheinungen, die wir an den in Theilung begriffenen Zellkernen beobachtet haben. [2]) Zunächst wird die Substanz des Zellkernes ganz homogen, dann tritt eine Sonderung in ihr ein, indem gewisse Bestandtheile derselben sich an zwei entgegengesetzten peripherischen Stellen des Zellkernes ansammeln. Sie bestehen aus der activen Kernsubstanz und bilden die Pole. Von diesen beiden Polen werden andere Bestandtheile der Kernsubstanz abgestossen und sammeln sich, fliehend, in der Aequatorialebene des Zellkernes zur Kernplatte an. Zwischen Kernpolen und Kernplatte bleiben endlich noch Fäden einer anderweitigen Kernsubstanz zurück, welche beide verbindet. Auf solchem Zustande hat der Kern meist eine spindelförmige Gestalt. Die active, an den Polen angesammelte Kernsubstanz tritt ihrer Masse nach gegen die übrige sehr zurück. In thierischen Zellen war sie als ein besonderes Knöpfchen markirt, bei den Pflanzenzellen oft kaum zu unterscheiden. Nach den Vorgängen an thierischen Eiern urtheilend, habe ich es wahrscheinlich zu machen gesucht, dass es vornämlich

---

[1]) Bei verschiedenen Infusorien treten an Stelle der geschwundenen Vacuole mehrere Tropfen auf, welche miteinander zusammenfliessen (Wrześniowski, Archiv f. mikr. Anat. Bd. V, p. 34).

[2]) Vergl. Zellbildung und Zelltheilng, II. Aufl.

die active Kernsubstanz ist, die bei der Befruchtung als männliches Element in das Ei eingeführt wird. Die Masse der Kernplatte ist in den pflanzlichen Zellen meist relativ beträchtlich, durchgehend stärker als in den thierischen Zellen, was mit der Ausbildung der aus der Kernplatte hervorgehenden Kernfäden in pflanzlichen Zellen zusammenhängt. Die fadenförmige Zwischenmasse, welche die Pole mit der Kernplatte verbindet, ist stärker oder schwächer vertreten; meist steht sie sehr bedeutend zurück gegen die Masse der Kernplatte. So erscheint uns der Zellkern aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzt, sicher noch differenter als diejenigen, die wir als Hautplasma und Körnerplasma unterscheiden konnten.

Jeder der durch Theilung entstandenen oder auch in anderen Fällen frei angesetzten Zellkerne ist zunächst ganz homogen, zeigt dann aber eine meist mit Grössenzunahme verbundene Differenzirung, die sehr häufig damit endet, dass sich am Zellkern eine dichtere Kernhülle, ein von dieser umschlossener minder dichter „Kernsaft“, wie ihn die Zoologen nennen, und in demselben suspendirte Kernfäden unterscheiden lassen. Bei der Formausbildung der Zellkerne und ihrer Kernkörperchen mögen auch die flüssigen Eigenschaften des Protoplasma zur Geltung kommen und es erklären, warum diese Gebilde so häufig kugelrund sind. Selbstverständlich ist der Zellkern deshalb noch nicht ein Flüssigkeitstropfen, denn ausser den Eigenschaften die sein Plasma mit Flüssigkeiten gemein hat, kommen die activen Eigenschaften seiner Molecule hinzu, die ihn zu den complicirten Vorgängen befähigen, die sich in seinem Inneren abspielen.

Mit der Unterscheidung von Hautplasma und Körnerplasma haben wir eine so verbreitete Differenzirung des Protoplasma berührt, dass eine allgemeine Behandlung derselben möglich war. Mit Recht bemerkt wohl Max Schultze [1]), dass „eine Rinde an fast allen als Zellen fungirenden Protoplasmamassen vorzukommen scheint.“ — Dass aber diese Differenzirung keine ein für alle Mal an die Natur des Protoplasma gebundene sei, das zeigten uns die Rhizopoden mit ihren von Hautschicht entblössten, wahrhaft nackten Pseudopodien.

Diese Pseudopodien, in den typischen Fällen, aus leichtfliessendem, körnerhaltigem Plasma gleichmässig gebildet, haben

[1]) Protoplasma, p. 58.

übrigens innerhalb der Gruppe ziemlich tiefgehende Modificationen erfahren, deren Betrachtung wohl geeignet ist, uns in weitergehende Veränderungen, welcher das Protoplasma fähig ist, einzuführen.

„Wer viele verschiedene Arten von Rhizopoden aufmerksam untersucht hat," schreibt Max Schultze [1]), „weiss sehr wohl, dass ihre Pseudopodien eine sehr verschiedene Consistenz und demnach auch eine sehr verschiedene Neigung zum Zusammenfliessen haben können." Unter den Gromiden, meint er, treten die Extreme am schärfsten hervor bei den beiden Arten: Gromia oviformis und Gromia Dujardini. Die Pseudopodien der ersten gehören zu den körnerhaltigen, leicht fliessenden, sie sind reich und mannigfaltig verzweigt und zeigen viele Anastomosen; die Pseudopodien der letzteren hingegen sind völlig hyalin, äusserst träge in ihren Bewegungen, so starr und fest, dass sie keine Neigung zum Zusammenfliessen haben, auch wenn sie sich berühren, und verzweigen sich kaum.

„Die Pseudopodien der Monothalamien," schreiben R. Hertwig und E. Lesser [2]), „sind sehr vielgestaltig. Einerseits cylindrische, stumpfe, unverästelte und nicht verschmelzende, körnchenlose Pseudopodien, andererseits zarte, spitz endende Fäden, welche sich vielfach verästeln und mit benachbarten confluiren, sowie mit einer regen Körnchenströmung und lebhaften Contractilität begabt sind. Zwischen diesen Extremen gibt es jedoch vielfache Zwischenstufen. So können die stumpfen Pseudopodien Körnchen in ihr Inneres aufnehmen und verschmelzen, die spitzen hinwiederum körnchenfrei ohne Verästelung und ohne Anastomosen auftreten." — „Die Fortsätze desselben Thieres können sogar unter einem vielgestaltigen Bilde erscheinen. [3]) Gleichwohl kann man im Grossen und Ganzen zwei Arten Pseudopodien, spitze und stumpfe, unterscheiden und darnach die Monothalamien eintheilen in Rhizopoda und Lobosa, wenn man sich dabei bewusst bleibt, dass die hierdurch ausgedrückten Unterschiede keine schroffen und unvermittelten sind."

---

[1]) Protoplasma, p. 28.

[2]) l. c., p. 85.

[3]) Gromia granulata, F. E. Schulze, z. B., deren glashelle, körnchenlose fadenförmige, wiederholt sich spitzwinklich theilende Pseudopodien leicht netzartig mit einander verschmelzen, streckt manchmal auch kleine, lappenförmige Protoplasmafortsätze zwischen den fadenförmigen hervor, zieht sie bald aber wieder ein (Franz Eilhard Schulze, Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 118.

Unter den den Monothalamien nächst verwandten Heliozoen erfahren dann die Pseudopodien die schon früher erwähnte Differenzirung in einen festen, homogenen Axenfaden und flüssigeren, körnchenhaltigen Ueberzug.

Bei den Monothalamia Lobosa andererseits wird eine Differenzirung im Protoplasma der Pseudopodien kenntlich, die zu dessen beliebter Sonderung in äussere Hautschicht und inneres Körnerplasma führt. Während das Protoplasma der Pseudopodien bei allen Arcellen und dem grössten Theile der Difflugien durchweg homogen ist, fliessen bei einem kleineren Theile der letzteren die feinsten Körnchen der Körpersubstanz in die centralen Partien der Pseudopodien hinein.[1])

Die echten Amoeben zeigen an ihrem ganzen Körper oft besonders scharf die Sonderung in Hautschicht und Körnerplasma durchgeführt. Diese Amoeben sind wiederum leichter oder schwerer flüssig, und es ist zur weiteren Beleuchtung der moleculären Structurverhältnisse des Protoplasma von grossem Interesse, zu verfolgen, in welcher Beziehung ihre Consistenz zu ihrer Körperform steht. Die leichtfliessenden Amoeben kommen der Tropfenform am nächsten, wenn selbst auch bei diesen die Action innerer Kräfte sich fortwährend geltend macht und in mannigfachem Wechsel der Gestalt dieses Streben zur Tropfenform überwindet. Sinkt die Thätigkeit der Körpermolecule, kommt die Amoebe zur Ruhe, so rundet sie sich kugelig ab. — Die schwerflüssigen Amoeben haben andererseits die bestimmtesten und stabilsten Formen aufzuweisen, wie sie uns beispielsweise die bekannte morgensternförmige Amoeba radiosa Ehrenberg's zeigt.[2]) Das Formbestimmende scheint hier bei weitem vorwiegend die Hautschicht zu sein.

---

[1]) R. Hertwig und E. Lesser, l. c., p. 93. Vergl. auch Fr. E. Schulze Archiv f. mikr. Anat., Bd. XI, p. 337.

[2]) In dieser Form, schreibt L. Auerbach (Zeitschrift f. wiss. Zool. 1856, Bd. VII, p. 402), verharren die Amoeben oft sehr lange starr und regungslos. Andere Male aber sieht man sie einzelne ihrer Fortsätze tasterartig bewegen und selbst knieförmig beugen und strecken; oder es fängt nach einiger Zeit das Thier an unter dem Anscheine des Zerfliessens sich auszubreiten und dann herumzukriechen. Viele Individuen trifft man andererseits zu Anfang der Untersuchung kugelig an, welche alsbald Fortsätze treiben und die Morgensternform annehmen oder auch zu kriechen anfangen. — Es ist wohl denkbar, dass Wasserabnahme oder Wasserzunahme im Körper unmittelbar dessen geschildertes Verhalten beeinflussen.

Franz Eilhard Schulze beobachtete neuerdings eine ganz merkwürdige Amoebe: die Mastigamoeba aspera, welche eine hyaline, zähflüssige Hautschicht nnd von dieser umschlossenes dünnflüssiges Körnerplasma zeigend, vorwiegend bilateral entwickelte dicke Pseudopodien und vorn ausserdem eine Geissel aufzuweisen hatte.[1])

Eine eigene Differenzirung und Formgestaltung zeigt die Hautschicht an den Geisselzellen der Schwämme, wie das von James Clark, Carter und vornehmlich von Haeckel[2]) beschrieben wurde. An den übrigen Flächen nur als dünne Schicht das Körnerplasma überziehend, schwillt sie nämlich an der Endfläche der Geisselzelle zu besonderer Stärke an. Sie bildet hier einen hyalinen, cylindrischen Hals, der aus seinem Mittelpunkte eine lange, dünne, bewegliche Geissel hervorsendet, an seinen Rändern aber zu einem dünnen Trichter sich ausbildet, der kragenförmig die Geissel umgibt. Die Geisselbewegung kann in amoeboide Bewegung verwandelt werden entweder im normalen Verlaufe der späteren Entwickelung oder unter besonderen physiologischen Verhältnissen, oder auch bei künstlicher Zerzupfung des Endoderms. Dann wird nicht nur die Geissel, sondern auch Kragen und Hals der Geisselzelle in die gleichmässig sich um die Zelle vertheilende Hautschicht eingezogen. Die längliche, cylindrisch-konische Gestalt der Geisselzelle geht in eine rundliche oder subsphärische über und nun beginnen überall auf der Oberfläche der Hautschicht feine, langsam sich bewegende Fortsätze aufzutreten, welche ihre Grösse, Gestalt und Zahl langsam ändern.[3])

Die autonomen Formgestaltungen der Plasmakörper, die uns an den angeführten Beispielen in so anschaulicher Weise entgegentreten, gestatten uns auch eine Vorstellung von den manigfachen Vorgängen, wie sie bei den Structurdifferenzirungen in thierischen Körpern sich abspielen müssen. Denn die Structurdifferenzirung der Thiere ist vornämlich durch eine bleibende Gestaltung ihrer constituirenden Plasmamassen bedingt. — Bei den Pflanzen sind es hingegen mehr Aussonderungsproducte des Protoplasma, an welche auffälligere Structurdifferenzen geknüpft sind, während das Protoplasma selbst in ziemlich unveränderter Form uns hier fast überall entgegentritt. Nur in den Geschlechtspro-

---

[1]) Archiv für mikr. Anat. Bd. XI, p. 583.

[2]) Die Kalkschwämme 1872. Bd. I, p. 140 u. ff. Vergl. dort die Literatur.

[3]) So Haeckel l. c., p. 408 und 409.

ducten finden wir auch bei den Pflanzen unmittelbare Erzeugnisse des Protoplasma, die den entsprechenden und anderen Gebilden des Thierreichs sich zur Seite stellen lassen. – Die Protisten verhalten sich in einzelnen ihrer Gruppen sehr verschieden und bald zeigt ihr protoplasmatischer Körper kaum eine sichtbare Sonderung, bald erreicht hier diese Sonderung die allerhöchsten Maasse. Kunstvoll differenzirte Aussonderungsproducte begleiten manchmal den mehr oder weniger zusammengesetzten, oft aber gerade den einfachsten Protoplasmaleib.

Abgesehen von seinen inneren Structurverhältnissen ist aber das Protoplasma im ganzen, organisirten Reiche, ob unmittelbar oder mittelbar, als der Träger der Gestaltung anzusehen.

Wenn wir auch, wie erwähnt, die inneren Structurverhältnisse der Pflanzen fast ausnahmslos an Aussonderungsproducte des Protoplasma gebunden finden, bleibt die Möglichkeit doch offen, dass das Protoplasma auch hier einmal unmittelbar in complicirte Sonderungsverhältnisse eintrete. Dabei geht es hier aber als lebende Substanz unter, während es bei den meisten seiner Differenzirungen in thierischen Körpern, so wie ganz im Allgemeinen bei seiner Umbildung in Geschlechtsproducte, innerhalb der lebensfähigen Modificationen verbleibt. Eine Grenze zwischen lebenden und leblosen Producten des Protoplasma wird übrigens an vielen Orten nicht scharf zu ziehen sein.

Der Fall, um den es sich hier handelt, tritt uns bei relativ hoch organisirten Pflanzen und zwar in den Sporangien der Hydropterideen (Rhizokarpeen) entgegen.

Meine diesbezüglichen Angaben für Azolla [1]) fanden ihre Stütze in den gleichzeitig erschienenen entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von Russow über Marsilia [2]), bald in ähnlichen Untersuchungen Juranyi's über Salvinia [3]). Aus den letztgenannten Arbeiten geht unzweifelhaft hervor, dass das complicirt gebaute Episporium an den Makrosporen, sowie die Zwischenmasse, welche die Mikrosporen der Hydropterideen verbindet, ein unmittelbares Differenzirungsproduct des umgebenden Protoplasma ist.

[1]) Ueber Azolla, 1873. p. 62 u. 71.

[2]) Histologie und Entwicklungsgeschichte der Sporenfrucht von Marsilia 1871 und Vergleichende Untersuchungen, Mém. de l'Ac. imp. d. sc. de St. Pétersbourg, VIIème Série, Tome XIX, p. 52 u. ff. 1872.

[3]) Ueber die Entwicklung der Sporangien und Sporen der Salvinia natans, 1873.

Die junge Makrospore von Marsilia wird von einer aus den Specialmutterhäuten hervorgegangenen, dünnflüssigen Hülle umfasst, um welche sich alsbald feinkörniges, bräunlich tingirtes Protoplasma zu einer Blase ansammelt.[1]) Die Protaplasmablase nimmt Ellipsoidform an. Fast an ihrer ganzen, inneren Peripherie tritt nun plötzlich eine in zwei Schichten differenzirte, verhältnissmässig äusserst dicke, hellbraun tingirte[2]) Haut auf. Von den beiden Schichten ist die innere structurlos und von geringer Mächtigkeit, die äussere aus sechseckigen, radialgestellten, dünnwandigen und mit granulirter Flüssigkeit erfüllten Prismen zusammengesetzte, von einer Dicke, welche dem dritten Theile der definitiven Mächtigkeit dieser Schicht gleichkommt. In Wasser jetzt gebracht, werden nach einigen Minuten sämmtliche Contouren der Haut undeutlich und alsbald in eine farblose, vacuolige Protoplasmamasse verwandelt. — Diese Haut wird also unzweifelhaft aus dem Protoplasma selbst gebildet. Hat sie die halbe Mächtigkeit des definitiven Zustandes erreicht, so wird sie von Wasser nicht mehr angegriffen. Das die Haut umgebende Protoplasma bildet noch eine hyaline, dünne Schicht an ihrer Oberfläch e Dann schwindet die die Spore umgebende Flüssigkeit und ihre Membran legt sich der aus Protoplasma gebildeten Haut: dem Episporium, an, um mit ihm fest zu verwachsen. — Bei der Reife wird der Inhalt der Prismen des Episporiums durch Luft ersetzt.

Bei Salvinia sieht man die junge Makrospore ebenfalls von einer protoplasmatischen Substanz umgeben, welche, wie Juranyi zeigt[3]), aus den zerfallenen Mantelzellen des Sporangium und der übrigen Sporen stammt. In dieser Plasmamasse beginnt die definitive Differenzirung mit der Vermehrung der Vacuolen, welche schliesslich an allen Orten aneinanderstossen und das schaumartige Episporium bilden. Bei Salvinia ist dieses Episporium, wie wir sehen, viel einfacher gebaut als bei Marsilia, auch bei letzterer tritt es aber an Verwickelung des Baues noch weit hinter dasjenige der Azollen zurück.

Bei letzteren besteht das Episporium, welches die Makrospore umgibt, aus zwei verschiedenen Theilen: einer unteren mehr oder weniger kunstvoll gebauten Haut und einem oberen, massigen

---

[1]) Russow, vergl. Unters., p. 53 u. ff.

[2]) Ebendas., p. 53 u. ff.

[3]) l. c., p. 14 u. ff.

Körper, den ich als Schwimmapparat bezeichnet habe, weil er die Spore später schwimmend auf der Oberfläche des Wassers erhält. Figur 28, aus meiner Abhandlung über Azolla entnommen, zeigt eine solche Makrospore von A. filiculoides Lam. in dem Sorus eingeschlossen, den sie nach Resorbtion aller gleichzeitig mit ihr angelegten Sporen und selbst des Sporangiums, vollständig erfüllt. Der Schwimmapparat besteht hier aus drei annähernd birnförmigen Körpern von schaumiger, derjenigen des Episporium von Salvinia entsprechender Substanz. (Fig. 29.) [1]) An einzelnen Stellen finden sich in dieser Substanz Concremente. (Fig. 30.) Am Scheitel der birnförmigen Körper geht die schaumartige Substanz in feine Fasern über. (Fig. 29.) — Der Bau der Haut an der unteren Hälfte des Episporium von Azolla filiculoides soll durch unsere Fig. 31 und 32 vergegenwärtigt werden, und zwar bei 32 in Oberflächenansicht, bei 31 im Längsschnitt. Diese Haut grenzt an die radial gestreifte, bräunlich-gelbe Membran der Spore und bildet warzenförmige Vorsprünge, die theils einzeln frei stehen, theils zu zwei verschmolzen sind. An die Membran der Spore grenzt eine bräunliche, schaumartig differencirte Substanz, die auch die Warzen ausfüllt. Die Einsenkungen zwischen denselben sind von einer soliden, stark lichtbrechenden, gelblichen Substanz ausgekleidet. Die Oberfläche der Warzen wird von einer grumoesen Masse bedeckt; endlich entspringen von den Rändern der Warzen lange, peitschenförmige, farblose und homogene, äusserst feine Fäden.

Bei jeder Species der Azollen ist nun der Bau dieser Haut verschieden.

Bei Azolla caroliniana (Fig. 33) folgt auf die Sporenmembran eine feinfaserige Zwischenmasse und auf diese eine starke, mit unregelmässigen, knotigen Vorsprüngen besetzte Haut; von den Vorsprüngen gehen feine, peitschenförmige Fäden aus.

Bei Azolla pinnata R. Br. (Fig. 34) folgt auf die Sporenhaut eine starke Faserschicht und auf diese eine dicke, aus radialgestellten Prismen gebildete Haut. An einzelnen Stellen verwachsen benachbarte Prismen zu einem starken, knotigen, vorspringenden Höcker.

Azollla niotica de Caisne (Fig. 35) endlich zeigt in der unteren Hälfte ihres Episporiums einen der A. pinnata ähnlichen Bau, nur

---

[1]) Die meisten der folgenden Figuren nochmals nach der Natur gezeichnet.

ist hier im Verhältniss die faserige Zwischenmasse sehr reducirt, die Prismen regelmässiger ausgebildet und breiter, die vorspringenden Höcker kleiner.

Im Uebrigen muss ich hier auf meine Abhandlung über Azolla und die dort gegebenen Abbildungen verweisen.

Die Mikrosporen von Salvinia sind in eine schaumige Substanz eingebettet, die durchaus derjenigen des Episporiums derselben Pflanze auch der birnförmigen Körper der Azollen und der Zwischensubstanz bei Azolla filiculoides entspricht. Juranyi hat auch hier gezeigt, dass diese Substanz dem sich differenzirenden Protoplasma der zerfallenen Mantelzellen des Sporangium entstammt.[1]) Bei Azolla ist nun das Merkwürdige, dass diese schaumige Substanz, in der die Mikrosporen eingebettet liegen, nicht einen Körper wie bei Salvinia, sondern stets mehrere Körper in jedem Sporangium bildet. Ausserdem zeigen hier diese s. g. Massulae oft sehr eigenthümliche Fortsätze an ihrer Peripherie. In meiner Abhandlung über Azolla nahm ich an, dass die schaumartige Substanz der Massulae von einer besonderen Haut umgeben sei. Ich muss das jetzt nach besserer Einsicht zurücknehmen; diese Haut ist in der That nichts als die Abgrenzung der peripherisch gelegenen Bläschen nach aussen.

Die Fortsätze der Massulae treten uns in dem einfachsten Falle als directe, unregelmässige Vorsprünge der schaumigen Substanz entgegen, so wie wir es etwa in Fig. 37 für Azolla pinnata sehen können.

Bei Azolla filiculoides und caroliniana sind es hingegen haarartige Gebilde, die s. g. Glochiden, welche nur der Peripherie der schaumigen Substanz aufsitzen. Fig. 38 zeigt eine ganze Massula von Azolla filiculoides mit den ihr aufsitzenden Glochiden. Fig. 39a und 40 eine solche Glochide in der Front und der Seitenansicht. Ich hatte früher einige Bedenken, diese Glochiden, ihres merkwürdigen Baues wegen, auch weil sie ausgebildet noch eines selbständigen Wachsthums fähig sind, für unmittelbare Differenzirungsproducte des Protoplasma zu halten; jetzt sind diese Bedenken bei mir völlig geschwunden, wo ich weiss, dass bei Marsilia die aus dem Protoplasma differenzirte Prismenschicht auch noch wachsen kann, und ich mir vergegenwärtigte, dass nicht minder eigenthümliche unmittelbare Differenzirungsproducte des Protoplasma bei den Myxomyceten vorliegen. Gegen die Zellen-

[1]) l. c., p. 19.

natur dieser Gebilde sprach auch früher schon ihre Insertion an der Peripherie der Massulae, der Mangel der Zellkerne und auch jeglichen Inhaltes in den Hohlräumen ihres Körpers, ihre innerhalb dieser Hohlräume sehr häufig unvollständigen Scheidewände.[1]) Ich nahm früher auch Anstand diese Glochiden mit den Fortsätzen aus den Massulae der Azolla pinnata und nilotica zu vergleichen; nunmehr neige ich auch zu dieser Zusammenstellung, nachdem ich die Fortsätze bei Azolla pinnata einer nochmaligen, eingehenden Beobachtung unterzog. In der That fand ich nämlich (Vergl. Fig. 37), dass diese Fortsätze sich in mancher Beziehung den Glochiden nähern, langgestreckte Formen wie diese annehmen (Fig. 37 rechts) und sogar auch annähernd ähnliche Kammern in ihrem Inneren zeigen können. Die Glochiden bleiben immerhin noch die extremsten, sehr hoch ausgebildete Formen dieser Fortsätze.

Alle nun diese Episporien und Massulae aufbauenden, aus protoplasmatischen Substanzen direct erzeugten Gebilde zeichnen sich im fertigen Zustande durch ihre ausserordentliche Resistenzfähigkeit gegen concentrirte Säuren und Alcalien aus, so wie durch ihr gleichgültiges Verhalten gegenüber gewohnten mikrochemischen Reagentien. Nur dass ihre Braunfärbung mit Jod gelingt, nicht anders übrigens als cuticularisirter Zellhäute.

Die Fruchtkörper der Myxomyceten, die wir sicher ebenfalls als unmittelbare Producte des Protoplasma aufzufassen haben, verhalten sich auch in mikrochemischer Beziehung jenen Gebilden der Hydropteriden gleich. Auf die entwickelungsgeschichtliche Aehnlichkeit, welche zwischen diesen Gebilden besteht, hat auch Rostafiński[2]) in seiner Inaugural-Dissertation hingewiesen.

Beispielweise soll hier noch der Angaben von Oscar Schmidt[3]) gedacht werden, dass auch die so resistenten Fasern der Hornspongien einer unmittelbaren Umwandlung des Protoplasma ihre Entstehung verdanken.

Der Zweck aller dieser Schilderungen war dèr, in uns die Ueberzeugung zu erwecken, dass das Protoplasma als ein sehr complicirt gebauter Körper aufgefasst werden müsse.

Diese Ueberzeugung muss uns leiten, wenn wir uns das

---

[1]) Das Nähere vergl. in meiner Abhandlung.

[2]) Versuch eines Systems der Mycetozoen 1873, p. 18.

[3]) Supplement der Spongien des Adriat. Meeres. Leipzig 1864, p 7 u. a.

Protoplasma eines Eies als Träger der specifischen Eigenschaften des ganzen zukünftigen Organismus vorstellen sollen.

Zu dieser Vorstellung kann uns die Betrachtung einfacherer Verhältnisse bei den niederen Organismen verhelfen.

Bei Myxomyceten finden wir als Vorstufe der oft so complicirt gebauten Fruchtkörper nur Protoplasma als Plasmodium vor. Aus diesem Protoplasma werden die Fruchtkörper unmittelbar dargestellt.

So gering im Verhältniss die Verschiedenheiten in den Plasmodien der einzelnen Arten sind, so bedeutend können die Fruchtkörper derselben differiren. Unter den sichtbar gleichförmigen Eigenschaften der Plasmodien müssen also Verschiedenheiten verborgen sein, die sich jeder directen Wahrnehmung entziehen.

Diese Verschiedenheiten können weder durch die wechselnde Grösse der hypothetischen Plasmamolecule, noch durch die wechselnde Grösse ihrer Wasserhüllen, noch durch die einfache Steigerung oder Verringerung der Action der Molecule bedingt sein, denn diese Differenzen äussern sich ja, wie wir annehmen müssen, in den sichtbar werdenden Consistenzunterschieden, die in keinem Verhältnisse zu späteren Structurverhältnissen der Fruchtkörper stehen; auch haben wir ja gesehen, dass nicht einmal die Eigenschaften der Hautschicht sich, als solche, aus Consistenzdifferenzen des Protoplasma allein erklären lassen. Andererseits würde der Wechsel dieser Verhältnisse nicht den nöthigen Specialraum bieten für die Erklärung der grossen Manigfaltigkeit der Erscheinungen am Protoplasma.

So müssen wir wohl die Molecule selbst als Träger der specifischen Eigenschaften uns denken. Diese Molecule wären dann aber, wie von verschiedenen Seiten bereits angedeutet wurde, als Einheiten von sehr zusammengesetztem Bau aufzufassen.

Als active Plasmacentren sind dieselben neuerdings von Elsberg[1]) und Haeckel[2]) „Plastidule" benannt worden.

Dass diese Plastidulen die Träger der specifischen Eigenschaften des Plasma sind, das zeigt schon der Umstand, dass aus einem Plasmodium eine unbestimmte Zahl Fruchtkörper angelegt werden kann. Jedes Stück eines künstlich zertheilten Plasmodiums ist befähigt, einen Fruchtkörper zu erzeugen, wenn

---

[1]) Proceed. of the American Association, Hartford 1874.

[2]) Die Perigenesis der Plastidule 1876.

es nur die ausreichende Masse hierzu besitzt. Jedes Stück eines Plasmodiums hat also die Eigenschaften des Ganzen.

Ebenso konnte eine Vaucheria-Schwärmspore künstlich in mehrere zerlegt werden, welche sich nur in ihrer Grösse von der ursprünglichen unterschieden.

So auch kann selbst bei höheren Organismen das Protoplasma einer einzelnen Zelle befähigt sein den ganzen Organismus zu wiederholen. Beispielsweise werden bei gesteckten Begoniablättern neue Pflanzen aus einzelnen Epidermiszellen erzeugt und kann fast jede peripherische Zelle eines Laubmooses zu Protonema auswachsen und somit durch Vermittelung des letzteren neuen Pflanzen den Ursprung geben.

Besonders zur Wiederholung des Organismus angepasste Zellen sind aber die Sporen und Eier.

Erstere recapituliren die Entwickelung unmittelbar, letztere nachdem ihr Protoplasma erst mit dem Protoplasma einer anderen Zelle sich vereinigt hat.

Wodurch aber die Erscheinung bedingt wird, die wir bei den Organismen Entwickelung nennen, darüber lässt sich nach dem Stande unseres Wissens nicht einmal eine Hypothese aufstellen. Es sind da jedenfalls moleculare Vorgänge im Spiele, die sich jeder physikalischen Behandlung bis jetzt entziehen.

Ebenso wenig als über die Mechanik der Entwickelung können wir uns über die Mechanik der Vererbung eine Vorstellung machen. Wir constatiren nur die Thatsache, dass die Art der Entwickelung durch die Vererbung bestimmt wird.

Wir nehmen weiter an, dass äussere Ursachen im Allgemeinen das Auftreten neuer Eigenschaften an den Organismen, als sogenannter Anpassungserscheinungen, veranlassen.

Mit welch molecularer That aber ein Organismus auf einen äusseren Einfluss reagirt, ist unbekannt.

Es besteht hier kein directes Verhältniss zwischen der Action und der Reaction, daher man wohl auch so häufig die äussere Action bei Veränderungen der Organismen in Abrede gestellt hat.

Vererbt werden aber nur solche Veränderungen, welche entweder das ganze Protoplasma des Organismus, oder doch zum Mindesten, auf directe oder indirecte Weise, das Protoplasma seiner ungeschlechtlich oder geschlechtlich erzeugten Vermehrungsorgane beeinflussen.

Veränderungen, welche nicht das ganze Protoplasma beeinflussen oder doch nicht solche Theile, welche ihrerseits einen Ein-

fluss auf die Vermehrungsorgane üben, werden nicht vererbt. So die Varietäten, die wohl durch Stecklinge sich vervielfältigen lassen, nicht aber durch Samen.

Die gegenseitige Beeinflussung der Protoplasmamassen eines Organismus bei eingetretenen Veränderungen mag die Correlationserscheinungen zur Folge haben.

Nehmen wir aber auch an, dass äussere Ursachen in der phylogenetischen Entwickelung das Auftreten neuer Eigenschaften veranlasst haben, mag ihre Aufeinanderfolge in der phylogenetischen Entwickelung auch ihre Aufeinanderfolge in der ontogenetischen Entwickelung bestimmen, so viel ist sicher, dass die ontogenetische Entwickelung nun unabhängig von den früheren Einflüssen vor sich geht.

Die äusseren Ursachen sind es hier nicht mehr welche die Aufeinanderfolge der Entwickelungszustände veranlassen, diese gehen vielmehr selbständig aus einander hervor.

Es giebt also eine Mechanik der Entwickelung, wo jeder Zustand, unter sonst in gewissen Grenzen sich gleich bleibenden Verhältnissen, einen nächstfolgenden mit Nothwendigkeit setzt.

Die Mannigfaltigkeit der Entwickelung scheint durch die Eigenschaften des Protoplasma in gewisse Schranken gebannt zu sein, das glaube ich wenigstens aus der Thatsache folgern zu müssen, dass so häufig analoge Erscheinungen in der Entwickelung wiederkehren, auch wo eine Homologie nicht anzunehmen ist.

Trotzdem halte ich es nicht für wahrscheinlich, denn darauf beruht ja die relativ so grosse Stabilität der Arten-Charaktere, dass das Protoplasma ohne äussere Veranlassung neue Eigenschaften annehmen sollte. Wird aber unter dem Einflusse eines äusseren, kräftig genug wirkenden Reizes einer der bisherigen Charaktere des Protoplasma verändert oder das Auftreten eines neuen Charakters veranlasst, so scheint dies nur innerhalb bestimmter Bahnen erfolgen zu können.

Wir dürfen nicht annehmen, dass im Protoplasma des Eies alle Theile des Organismus ihre „Keimchen" hätten. Diese Vorstellung ist unverträglich mit den heutigen Anschauungen der Histologie; ausserdem müsste ja bei solchen Organismen, wo das Protoplasma einzelner, abgeleiteter Zellen den ganzen Organismus wiederholen kann, angenommen werden, dass auch jede beliebige Zelle die Keimchen zu allen Theilen des Organismus in sich schliesst. Das würde uns nur zu der Annahme zurückführen, dass es sich hier um die Eigenschaften des Gesammtplasma des Or-

ganismus, so weit dieses nicht etwa speciellen Functionen angepasst und in besondere Structur eingetreten ist, handle.

Eben so gut als wir gezwungen sind, bei den Myxomyceten, deren Fruchtkörper unmittelbar aus dem Protoplasma der Plasmodien hervorgehen, so viel verschiedene Plasmodien anzunehmen, als es verschiedene Arten Fruchtkörper gibt, sind wir auch gezwungen, so viel Protoplasma-Arten anzunehmen, als überhaupt verschiedene Arten von Organismen existiren.

Man muss sich daher das Ei einer Organismen-Art als von den Eiern aller anderen Organismen-Arten different denken, wie ja das auch schon aus dem Umstande folgt, dass ein bestimmtes Ei nur eben diesen, aber keinen anderen Organismus hervor bringen kann.

Die Aehnlichkeit zwischen den Eiern und den sich entsprechenden Entwickelungszuständen verschiedener Arten von Organismen sehen wir aber als die Folge ihrer Homologie, d. h. Blutverwandtschaft an, so weit nicht etwa blosse Analogien vorliegen, welche eine Folge der gleichen Eigenschaften des Substrats sind, aus dem die Organismen sich entwickelt haben.

Dass aber trotz der nothwendig anzunehmenden Verschiedenheit des Protoplasma der Eier solche Aehnlichkeiten in der Entwickelung zwischen ihren Entwickelungs-Producten bestehen bleiben, lässt sich nur begreifen, wenn wir weiter annehmen, dass jeder Charakter so lange innerhalb der molecularen Sphäre verborgen bleibt, bis nicht im Gange der Entwickelung derjenige Zustand erreicht worden ist, an dem er sich frei manifestiren kann.

Von diesem Standpunkte aus lässt sich nur die Thatsache der Vererbung in correspondirendem Alter begreifen, auf welcher überhaupt die Möglichkeit einer Wiederholung der phylogenetischen Entwickelung durch die ontogenetische basirt.

Tritt im Gange der Entwickelung derjenige Zusand nicht ein, an dem sich ein folgender äussern kann, oder wird der letztere in seiner Manifestation verhindert, so bleibt es immerhin möglich, dass er als moleculare Eigenschaft des Protoplasma auf die Nachkommen vererbt werde und sich dann unter günstigen Umständen bei diesen als Atavismus äussere.

Diese Betrachtungen wurden durch ähnliche Untersuchungen von Charles Darwin, Elsberg und Haeckel angeregt; sie liessen sich naturgemäss einem Aufsatze über Protoplasma anschliessen. Ich lege sie hier in rein hypothetischer Form nieder, als einen weiteren Versuch den Erscheinungen des Lebens näher zu treten.

In seinen berühmt gewordenen „mikroskopischen Untersuchungen“ [1]) dachte sich Schwann die Entstehung einer Zelle gleichsam durch Krystallisation, also ähnlich derjenigen eines Krystalls, und führte hierauf eine Parallele zwischen Zelle und Krystall durch, indem er die Unterschiede, die zwischen beiden bestehen, aus der Natur der Stoffe zu erklären suchte, die beim Krystall für Flüssigkeiten undurchdringlich, bei der Zelle durchdringlich seien.

Nach den neuerdings an Zellen gemachten Untersuchungen dürfte kaum noch die Bildung derselben mit einem Krystallisationsvorgange sich vergleichen lassen, und wo anders die Zelle noch mit einem Krystall verglichen wird, so geschieht dieses wohl nur, weil man beide für gleichwerthige morphologische Individualitäten hält.

Auch dieses lässt sich aber nur von einem ganz abstracten Standpunkte aus thun, etwa von der Ansicht ausgehend die Zelle spiele eine ähnliche Rolle in der belebten, als der Krystall in der leblosen Natur. Thatsächlich entsprechen sich aber Krystall und Zelle nicht, denn auch das Protoplasma kann krystallisiren; wo es dies aber thut, stehen seine Krystalle in keinem Verhältniss zu den Zellen.

Die Protoplasmakrystalle beweisen andererseits, dass auch imbibitionsfähige Substanzen zum Krystallisiren befähigt sind. Ja diese Krystalle bleiben selbst imbibitionsfähig und sind ihre Winkel ausserdem etwas inconstant, was Naegeli bewog, sie als „Krystalloide“ zu bezeichnen.

Sie werden in Endospermzellen als Reservestoffe angetroffen. Man findet sie hier in Klebermehlkörnchen eingeschlossen und werden sie sammt jenen bei der Keimung gelöst, um zur Protoplasmabildung innerhalb der jungen Pflanze verwerthet zu werden.

In anderen Geweben der Pflanze sind die Krystalloide selten; ihr merkwürdigstes Vorkommen ist dasjenige in den Zellkernen bei Lathraea squamaria. Man beobachtet sie dort, wie zuerst Radlkofer zeigte [2]), in den Oberflächenzellen der Samenknospe und aller zur Zeit der Samenreife noch vorhandenen Blüthentheile [3]) und zwar in Gestalt dünner, quadratischer oder rectangulärer Plättchen zu Agregaten vereinigt. (Fig. 41 u. 42.)

---

[1]) Mikrosk. Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen, 1839.

[2]) Ueber Krystalle proteinartiger Körper pflanzlichen und thierischen Ursprungs, 1859.

[3]) l. c., p. 38.

Die Krystalloide reagiren wesentlich so wie das Protoplasma und konnte ich in Erfahrung bringen, dass auch die Osmiumsäure ganz in derselben Weise auf sie einwirkt. Ich habe mir mit Zuhilfenahme derselben sehr schöne Präparate aus dem Endosperm von Bertholletia excelsa hergestellt und auch Präparate der so empfindlichen im Wasser schon zerfliessenden Krystalloide der Lathraea squamaria. (Fig. 41 und 42). Die letzteren färbten sich dann auch mit Beale'schem Carmin schön roth in ihrer ganzen Masse.

Van Tieghem hat neuerdings auf die grosse Verbreitung der Krystalloide bei den Mucorineen hingewiesen; dort sind sie eine ausgeschiedene Substanz. Sie werden aus dem Protoplasma beseitigt, bevor es in das Sporangium oder in die Copulationszelle fliesst, und grenzen sich gegen dasselbe dann durch eine Membran ab.[1])

Zum Schlusse möchte ich hier noch einige Bemerkungen anknüpfen über die Bildung der Cellulose-Membran an den Schwärmsporen der Vaucheria sessilis.

Ich hatte bereits Gelegenheit zu erwähnen, dass die Bildung dieser noch während des Schwärmens beginnt. Ich möchte dies für die Ursache des Aufhörens der Bewegung ansehen. Mit Hilfe des früher beschriebenen Compressionsverfahrens war ich in der Lage mich von dem Vorhandensein auch der zartesten Membran zu überzeugen. Wurde nämlich die Schwärmspore behutsam bis zum Platzen zusammengedrückt und setzte man nun, nachdem ein Theil des Inhaltes aus derselben herausgetreten war, ein wenig Wasser hinzu, so konnte man stets die Hautschicht von der oft unendlich zarten Membran zurücktreten sehen. Auf solchem Zustande ist die Membran noch durch keinerlei Reagens nachzuweisen. Die Hautschicht ist stets vorhanden und schält sich gleichsam von der Membran ab, welche sich unregelmässig faltet. Eine solche Membran konnte ich an den Schwärmsporen schon kurze Zeit, nachdem sie ihr Sporangium verlassen hatten, nachweisen. Sie schwärmen trotzdem noch fort und ziehen, zur Ruhe gekommen, ihre Cilien wohl durch in der Cellulose-Membran zurückgebliebene feine Oeffnungen ein.

Um Plasmaballen die nur von der Grundsubstanz des Körnerplasma gebildet werden, wird keine Cellulose-Membran erzeugt,

[1]) Ann. d. sc. nat. Bd. VI Sér, T. I, 1875, p. 30.

wohl aber um hinreichend grosse, mit Hautschicht umgrenzte Stücke, insofern es an der Innenseite der Hautschicht nicht an Material zur Bildung der Zellhaut fehlt.

Ich habe folgende Versuche angestellt: eine eben zur Ruhe gekommene Schwärmspore wurde in der wiederholt geschilderten Weise eines Theiles ihres Inhaltes beraubt, dann Wasser zugesetzt und die Hautschicht so zum Zurückweichen von der zarten Cellulose-Membran veranlasst. Nun wurde wieder mit Fliess-Papier Wasser entzogen und die Schwärmspore abgeflacht, doch nicht bis zum früheren Umfang, also nicht bis an die verlassene Cellulose-Wand heran. In einer feuchten Kammer wurde der so erlangte Zustand stabilisirt und nach 15 Minuten abermals Wasser zugesetzt. Die sich abrundende Schwärmspore zog sich auch dieses Mal von einer äusserst zarten Cellulose-Membran zurück (Fig. 6). Ich hatte somit die Bildung einer zweiten Cellulose-Membran um die Schwärmspore veranlasst. Es gelang mir in einem Falle, drei in einander geschachtelte, mehr oder weniger vollständige Membranen auf diese Weise zu erhalten.

Auch innerhalb eines ziemlich reifen Sporangiums erhielt die Schwärmspore, die ich in ähnlicher Weise von der Sporangium-Wand zurücktreten liess, eine zarte Zellhaut. Hier wurde sie aber viel langsamer erzeugt.

Die Bildung der Membran geht sonst äusserst rasch von Statten, wie man sich hiervon unter günstigen Bedingungen leicht überzeugen kann.

Auch an künstlichen Wundstellen der Vaucheria-Schläuche lassen sich die geschilderten Vorgänge beobachten. Um die herausgetretenen Kugeln von Grundsubstanz des Körnerplasma sieht man auch hier nie eine Cellulose-Membran auftreten, nicht etwa, weil das Material zu ihrer Bildung fehlt, sondern weil, wie ich meine, die Hautschicht allein befähigt ist die Cellulose-Membran an ihrer Oberfläche zu erzeugen. Aus der Hautschicht hingegen, sobald es ihr gelungen die Wunde zu schliessen, wird auch hier sehr rasch eine zarte Cellulose-Membran ausgeschieden, die mit ihrem Rande an die Seitenwände aus Cellulose ansetzt.

Figurenerklärung.

Taf. XIII.

Fig. 1—6. Vaucheria sessilis.

Fig. 1. Sporangium mit fast reifer Schwärmspore. Alkohol-Präparat Vergr. 240.

Fig. 2. Vordertheil einer Schwärmspore noch im Sporangium. Nach dem lebenden Objecte entworfen. Vergr. 600.

Fig. 3. Ein Theil der Hautschicht mit Cilien. Osmiumsäure-Präparat Vergr. 600.

Fig. 4. Ein ebensolcher Theil. Osmiumsäure-Präparat mit Beale'schem Carmin behandelt. Vergr. 600.

Fig. 5. Ein ebensolches Object mit absolutem Alkohol behandelt. Bei a im optischen Durchschnitt, bei b von oben gesehen. Vergr. 600.

Fig. 6. Theil einer Schwärmspore, die zur wiederholten Membranbildung veranlasst worden war. Die Schwärmspore trat von der zuerst erzeugten Cellulose-Haut zurück und bildete eine zweite, die man auch theilweise verlassen sieht. Nach dem lebenden Objecte entworfen. Vergr. 600.

Fig. 7—14. Equisetum arvense.

Fig. 7—14. Spermatozoiden dieser Pflanze in verschiedener Lage. Fig. 7 horizontal gelegen von der Seite gesehen. Fig. 8, 9, 10 mit etwas gegen den Beobachter gehobenem Vorderende. Fig. 14 mit gesenktem Vorderende. Fig. 11 und 12 Bauchansicht. Fig. 13. Rücken ansicht. Fig. 7, 8, 10, 11, 12 mit Blase. Fig. 9 u. 14 ohne Blase. Die Blase der Innenfläche der hinteren Windung anhaftend, mit Ausnahme der Fig. 12, wo sie den vorderen Windungen anhängt. Vergr. 900.

Fig. 15—27. Aethalium septicum.

Fig. 15—27. Plasmodienzweige dieses Myxomyceten. Fig. 15—21 im Einziehen begriffen. Fig. 22 im Fortschreiten. Diese Figuren sowie Fig. 27, welche den inneren Theil eines Zweiges mit lebhafter Strömung (innerhalb der Linien) und von Schleimscheide umgeben, vorführt, nach lebenden Objecten entworfen. Fig. 2 ein im Fortschreiten begriffen gewesener Zweig mit Osmiumsäure und Carmin behandelt. Fig. 24—26 im Einziehen begriffen gewesene Zweige mit Chromsäure fixirt. Vergr. 600.

Taf. XIV.

Fig. 28—40. Azolla.

Fig. 28. Makrospore von A. filiculoides im Indusium eingeschlossen. Vergr. 100.
Fig. 29. Scheitel eines Schwimmkörpers von der Makrospore derselben Pflanze. Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 30. Aus der Basis eines ebensolchen Schwimmkörpers. Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 31 u. 32. Aus dem unteren Theile des Episporiums derselben Pflanze. Fig. 31 im Längsschnitt, Fig. 32 von oben gesehen. Vergr. 600.
Fig. 33. Unteres Episporium von A. caroliniana, im Längsschnitt. Vergr. 520.
Fig. 34. Unteres Episporium von A. pinnata, im Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 35. Unteres Episporium von A. nilotica, im Längsschnitt. Vergr. 600.
Fig. 36. Obere Ansicht des Massula-Schaumes von A. filiculoides. Vergr. 600.
Fig. 37. Unteres Stück einer Massula von A. pinnata. Vergr. 600.
Fig. 38. Eine ganze Massula von A. filiculoides. Vergr. 240.
Fig. 39 u. 40. Glochide von A. filiculoides von vorne und von der Seite gesehen. Vergr. 520.

Fig. 41 u. 42. Lathraea squamaria.

Fig. 41 u. 42. Zellen von der Oberfläche der Samenanlagen. Verg. 240.

Die Vermehrung der Begoniaceen aus ihren Blättern,

entwicklungsgeschichtlich verfolgt

von

Dr. Fritz Regel.

Hierzu Tafel XV—XVII.

Die Entwicklung neuer Pflanzenindividuen aus Blättern ist bei den Cormophyten im Ganzen eine seltene Erscheinung. Wir kennen nur eine beschränkte Anzahl von Farnen, deren Wedel Knöspchen erzeugen, und bei den Phanerogamen zumal müssen die beobachteten Fälle blattbürtiger Adventivsprosse im Verhältniss zu der Fülle vorhandener Pflanzenformen als Ausnahmen gelten.

Sehen wir nun auch bei letzteren nur an vereinzelten Beispielen aus Blättern, welche mit ihrer Mutterpflanze noch in Zusammenhang stehen, spontan Adventivknospen hervortreten, so sind wir doch in manchen Fällen im Stande, aus einzelnen abgetrennten Laubblättern auf künstlichem Wege durch eine geeignete Behandlung neue Pflanzen zu erzielen.

Die gärtnerische Praxis hat hieraus seit geraumer Zeit Nutzen gezogen, da in einigen Pflanzenfamilien viele Arten auf diese Weise leicht in grosser Zahl vermehrt werden können. [1])

So sehr nun auch diese Reproductionsfähigkeit der Blätter

---

[1]) Im Ganzen tritt jedoch diese Vermehrungsart im Vergleich zu den übrigen Methoden (Stecklinge von Stammstücken, Zweigen, Wurzeln, Senker u. s. w.) sehr zurück; sie beschränkt sich auf gewisse Warmhauspflanzen (s. die Zusammenstellung am Schluss).

geeignet ist, unser Interesse in Anspruch zu nehmen, so hat sie doch, wie mir scheint, von Seiten der Morphologen noch keineswegs hinreichende Berücksichtigung erfahren. Angeregt durch meinen hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Strasburger, dem ich für seine freundliche Unterstützung meinen ergebensten Dank sage, stellte ich mir daher die Aufgabe, diese Regenerationserscheinungen der Laubblätter phanerogamer Pflanzen zunächst bei den Begoniaceen, einer Familie, in welcher bekanntlich viele Arten seit langer Zeit durch „Blattstecklinge“ [1]) vermehrt werden, näher zu studiren. Die gewonnenen Resultate erlaube ich mir nachstehend mitzutheilen.

Um Knospen aus den Blättern der Begonien zu erzielen, bedienen sich die Gärtner eines sehr einfachen Verfahrens [2]): die von der Mutterpflanze abgetrennten Blätter werden an den Blattrippen der Spreite an verschiedenen Stellen, besonders an den Verzweigungsstellen der Gefässbündel durchschnitten und bei reichlicher Feuchtigkeit und Wärme in den Sand eines Vermehrungskastens mit dem Stiel in schräger Richtung so weit eingesteckt, dass die Lamina auf der Unterseite aufliegt. In den Geweben, welche den Schnittflächen benachbart sind, treten nun bald mannigfache Veränderungen auf: es bildet sich ein „Callus“ und nach einiger Zeit, welche je nach den einzelnen Arten variirt, in manchen Fällen (besonders im Frühjahr) schon nach 8—10 Tagen, zeigen sich Wurzeln und schliesslich auch junge Knospen an den gesteckten Blättern; die Wurzeln am reichlichsten an dem Stiel des Blattes, doch regelmässig auch an der Unterseite der angeschnittenen Stellen der Spreite; die Knospen hingegen vorzugs-

---

[1]) Mit diesem Ausdruck bezeichnen die Gärtner zwei ganz verschiedene Dinge (cf. E. Regel, Allg. Gartenbuch):

a) ein einzelnes am Stiel abgeschnittenes Blatt, ohne irgend welche Stammtheile,

b) ein Blatt mit zugehöriger Achselknospe und einem mit dem Blattstiel zugleich herausgeschnittenen Theil der Mutterachse.

Es ist selbstverständlich, dass ich nur die erstere Bedeutung im Sinne habe; zur scharfen Unterscheidung sollte für Blattsteckling in der zweiten Bedeutung durchweg „Blattaugensteckling“ gesagt werden (cf. H. Jäger, Allg. illustr. Gartenbuch, 3. Aufl., p. 208).

[2]) Regel's Gartenflora 1852, Bd. I, p. 124; Bd. XVI 1867, p. 140 ff. (C. Bouché); Neubert's Magazin, Bd. I, 1852, p. 125; Illustr. Gartenzeitung, Bd. II, p. 49 u. 67 u. a. a. O.

weise auf der Oberseite der Lamina und zwar theils an den durchschnittenen Stellen, theils an dem Punkt, wo der Stiel in die Spreite übergeht; hier steht meist eine ganze Anzahl junger Knospen dichtgedrängt beisammen. Häufig fehlen indess die Knospen auch dem Blattstiel nicht, ja manche Arten sind sogar durch eine vorzugsweise Erzeugung derselben aus dem Blattstiel ausgezeichnet. (cf. Fig. 1).

Ueberhaupt ist der Erfolg dieser Vermehrungsart bei den einzelnen Arten der Begonien ein äusserst verschiedener.

Es ist namentlich zu beachten, dass diese Vermehrung aus Blättern überhaupt nur bei einem Theile der Begonien mit Erfolg betrieben wird. Nach dem Bau des Stammes hat Hildebrand [1]) die Familie in 2 Gruppen gebracht:

1) die Begoniaartigen (nach der Gattung Begonia [2])), welche die aufrechten, ästigen Arten umfassen;

2) die Gireoudiaartigen (nach der Gattung Gireoudia), d. h. die grossblättrigen Arten mit rhizomartigen, niederliegenden oder ansteigenden Stämmen.

Während sich nun die erstere Gruppe sehr leicht durch gewöhnliche Zweigstecklinge vermehren lässt, schlägt die Knospenbildung aus Blättern nach der allgemeinen gärtnerischen Erfahrung bei ihnen nicht an, wie dies auch von mir an mehreren Arten, z. B. Beg. semperflorens Link., angestellte Versuche bestätigen, sondern beschränkt sich wohl ausschliesslich auf die zweite Abtheilung der rhizombildenden Begonien mit meist grossen und verschiedenfarbigen Blättern (wir behalten für dieselben den generellen Namen Begonia bei) [3]) und zeigt sich hier in mannigfacher Abstufung. Da ich nur die Absicht hatte, die für die mikroskopische Untersuchung geeignetsten Arten herauszufinden und

---

[1]) Hildebrand, Anatomie der Begoniaceenstämme, Berlin 1859, p. 7.

[2]) Hildebrand folgt der von Klotzsch (Begon. Gatt. u. Arten) eingeführten Nomenclatur. Gireoudia ist bei DC. (Prodromus Band, XV) nur eine Untergattung von Begonia. Während DC. die sämmtlichen Arten dieser Familie auf die 3 Gattungen Casparya (mit 23), Mezierea (mit 3) und Begonia (mit 354 Arten) vertheilt, hat Klotzsch die Hauptgattung Begonia in über 30 selbständige Gattungen aufgelöst. -- Zur Systematik der Begoniaceen vergleiche Ed. Regel's Gartenflora, Bd. IX, p. 366 ff.

[3]) Wegen der vielen in den letzten Jahren neu eingeführten Arten sowie der zahlreichen, durch die Cultur erzielten Varietäten ist eine sichere Artbestimmung erschwert; ich schliesse mich daher im Folgenden an die in den Gärten übliche Bezeichnung an und behalte die Nomenclatur des botanischen Gartens zu Jena bei.

mich ausserdem davon zu überzeugen, dass die Entwicklung bei verschiedenen Arten im Wesentlichen die gleiche sei, wurden nur von einer kleinen Auswahl Blätter cultivirt, lange nicht zureichend, um den Erfolg dieser Vermehrungsart bei den einzelnen Arten zu ermitteln, ein Zweck, welcher mir, wie gesagt, ganz fern lag. Nur einige beiläufig gemachte Beobachtungen mögen hier Platz finden [1]):

Sehr langsam erfolgte die Knospenbildung bei den Arten mit starken, fleischigen Blättern, wie z. B. Beg. Warscewiszii, hort.; die Knospen traten hier zuerst am Stiel auf, dicht über der Schnittfläche. Auch bei der häufig cultivirten Beg. ricinifolia findet die Erzeugung von Knospen zunächst vorzugsweise an dem Blattstiel statt; an der Spreite lassen sich jedoch in dem Falle ebenfalls Knospen erzeugen, wenn man das Blatt in mehrere Stücke zerschneidet und diese Theile einzeln, mit dem durchschnittenen Blätternerven nach unten, aufrecht in den Sand einsteckt; es zeigen sich dann nach einiger Zeit am Nerven die jungen Knospen. [2]) Leicht lassen sich hingegen dieselben erhalten bei den meisten grossblättrigen Arten, wie Begonia Rex, Beg. imperialis, Lek.; Beg. xanthina Hook; Beg. Helene Uhden [3]) hort. u. a. A., namentlich auch bei Beg. quadricolor. Bei dieser Art traten die Knospen an den im Spätherbst 1874 gesteckten Blättern nicht nur an den angeschnittenen Stellen, sondern auch sonst allenthalben auf den Blattrippen der Oberseite hervor, ja ich sah sogar auf einigen alten, noch am Mutterstocke befindlichen Blättern Adventivknospen entwickelt und zwar sowohl an der Uebergangsstelle vom Blattstiel in die Spreite, als auch auf den einzelnen Nerven zerstreut.

Es steht diese Beobachtung übrigens keineswegs ganz vereinzelt da. Von Beg. Möhringii (einem Bastard von B. mani-

---

[1]) In der gärtnerischen Litteratur finde ich besonders namhaft gemacht folgende durch Blätter vermehrbare Arten: Begonia Twaiterii, xanthina, xanth. Reichenheimii, Rex, splendida argentea, Madame Wagner, Miranda, Griffithii (Neumann, Pflanzenvermehrung, p. 36); ferner Beg. ramentacea maxima, stigmosa, ricinifolia, cinnabarina, laetevirens, manicata, discolor, hydrocotylifolia (Neubert's Magazin, 1852, p. 125.)

[2]) Schon Bouché (Gartenfl., Bd. XVI, 1867, p. 140) u. A. haben hervorgehoben, dass bei manchen Arten selbst aus Stückchen der Lamina von nur 1/4 □ Zoll Grösse noch Pflanzen gezogen werden können, wenn es sich um deren massenhafte Vermehrung aus wenigen Blättern handelt (vergl. auch Hartries in Neubert's Magazin).

[3]) Wohl zum Formenkreis der Beg. Rex gehörig.

cata und diapetala) findet sich dasselbe mehrfach erwähnt.[1]) Ferner tragen nach Peter-Petershausen[2]) „die schildförmigen Blätter von Begonia coriacea auf ihrer oberen Fläche öfter kleine Knöspchen, die stets über dem Mittelpunkt, von welchem die neun oder zehn nach dem Umkreise der Blattscheibe verlaufenden Nerven ausgehen, gestellt sind." Bei Beg. phyllomaniaca (B. manicata-incarnata), wo zahlreiche Knöspchen den Stamm bedecken, treten dieselben auch häufig auf die Blätter hinüber.[3])

Ueberhaupt mag die charakteristische Leichtigkeit, mit welcher bei den Begoniaceen die künstliche Vervielfältigung so vieler Arten aus Blättern oder selbst Blatttheilen bewirkt werden kann, mit dem Umstand in Zusammenhang zu bringen sein, dass im Allgemeinen diese Gruppe in ihren natürlichen Lebensverhältnissen mit den verschiedensten Arten der ungeschlechtlichen Vermehrung (Stolonen, Bulbillen in den Blattachseln, Seitenknöllchen bei den mit Knollen versehenen[4]) u. s. w.) ausgerüstet ist.

Bevor wir uns nun im Folgenden mit den in den Geweben der gesteckten Blätter auftretenden Veränderungen, speciell mit der Entwicklungsgeschichte der Wurzeln und Knospen beschäftigen, möge zuvor eine kurze Orientirung über das Wachsthum der vegetativen Organe im Allgemeinen, sowie über die anatomische Beschaffenheit der Laubblätter vorausgehen, so weit dies das Verständniss des Folgenden erfordert.

---

[1]) E. Regel, Gartenflora I, 1852, p. 124; v. C. Bouché, Gartenflora, Bd. XVI, 1867, p. 40.

[2]) Dr. Peter-Petershausen, Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Brutknospen, Hameln 1869, p. 46.

[3]) Regel, Allg. Gartenbuch I, p. 322; Gartenflora, Bd. XVI, p. 140.

[4]) cf. C. Bouché, Gartenflora, Bd. XII, p. 140 ff.

I. Das Wachsthum der vegetativen Organe.

1. Verhältnisse am Vegetationskegel.

Der von Hanstein[1]) aufgestellten allgemeinen Regel für das Spitzenwachsthum der Phanerogamen entspricht auch der Vegetationspunkt der Begoniaceen: das kleinzellige Urmeristem desselben sondert sich in Dermatogen, welches sehr deutlich den Scheitel in einer Zellenlage überzieht, in Periblem und Plerom. Das Periblem wurde am Scheitel häufig zwei Zellreihen stark angetroffen. Die Initialen des Pleroms treten zwar nicht scharf unter den übrigen Zellen des Urmeristems hervor, sie kennzeichnen sich jedoch durch eine hier besonders lebhaft sich vollziehende Zelltheilung und sodann durch die divergirend von ihnen ausstrahlenden Zellreihen als Heerd der Neubildung.

Die Anlage der Blätter[2]) geschieht in der auch sonst für die Phanerogamen giltigen Weise zuerst durch lebhafte Theilung des Periblems; dieses erzeugt hügelartige Protuberanzen, welche das Protoderma als äusserste Schicht continuirlich überwölbt. Das Eigenartige der Begoniaceen im Vergleich zu anderen Dikotyledonen liegt besonders in dem ausserordentlich starken Wachsthum der angelegten Blätter im Verhältniss zum Vegetationskegel. Zumal bei den grossblättrigen Arten nimmt sich der Vegetationskegel oft aus wie ein zur Seite gedrängtes Anhängsel der rasch sich entwickelnden Blätter.

Die Blattstellung ist die zweizeilige. Jedes Blatt ist an der Basis von zwei Nebenblättern begleitet. Es erheben sich daher zunächst am Vegetationskegel drei Zellhügel, die Anlagen des Laubblattes mit seinen zwei Nebenblättern.[3]) Indem nun zuerst die stipulae viel rascher wachsen, als das mediane Laubblatt, findet man letzteres von denselben überwallt; sie schliessen über dem Blatt aneinander, so dass jedes Laubblatt in einem Hohlraum eingebettet liegt. Erst später werden die stipulae von dem langsamer sich entwickelnden Hauptblatt weit überholt. Dieses stellt

---

[1]) J. Hanstein, Die Scheitelzellengruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen, Bonn 1868.

[2]) cf. G. Odendall, Beiträge zur Kenntniss der Morphologie der Begoniaceenphyllome, Dissertation, Bonn 1874, und Hofmeister, Allg. Morphologie, p. 539 und 584.

[3]) Hofmeister gibt eine nähere Schilderung ihrer Entwicklung l. c., p. 585.

zuerst eine einfache konische Erhebung dar; durch lebhafte Zellbildung an ihrer Basis hebt sich die ganze Blattanlage über den Vegetationskegel empor. Aus dem anfangs einheitlichen Zellencomplex differenziren sich nun bei fortschreitender Entwicklung die einzelnen Theile des Blattes: die untere Partie wird zum Blattstiel; das Meristem des oberen Theiles entwickelt die Spreite. Bei denjenigen Begonien, welche einen Hauptnerv deutlich ausgeprägt zeigen (z. B. Beg. incarnata, Link et Otto), wird dieser zuerst angelegt, die Seitennerven entstehen an ihm als seitliche Wucherungen in akropetaler Reihenfolge. Wo hingegen mehrere gleichwerthige Nerven in die Lamina ausstrahlen, erscheinen auch in dem Bildungsgewebe an der Spitze der Blattanlage mehrere Hervorwölbungen, die einzelnen Nerven darstellend; an ihnen bilden sich als seitlich hervortretende Höcker die Secundärnerven u. s. f. Während das Laubblatt nach seiner Entfaltung eine einfache ungetheilte Lamina besitzt und höchstens am Rande Einkerbungen zeigt, welche je nach den einzelnen Arten verschieden stark ausgeprägt sind, hat dasselbe auf dieser Entwicklungsstufe ein sehr zackiges, zerklüftetes Aussehen; die Lamina besteht eben zunächst vorzugsweise aus den Anlagen der Blattnerven. Erst nach ihrer Bildung entwickelt sich zwischen ihnen durch weitere Zellvermehrung das Mesophyll der Blattspreite. Hierbei wird die eine Blatthälfte vor der anderen in ihrem Wachsthum gefördert; wir erhalten so die auffallende Asymmetrie, um deretwillen diese Pflanzengruppe den treffenden Namen der „Schiefblätter“ erhielt. Die jungen Blätter liegen vielfach zusammengefaltet, die spätere Oberseite nach Innen gekehrt, in der Knospe: wir haben eine als „vernatio plicativa“ zu bezeichnende Knospenlage. Das Blatt ist, auch wenn alle Theile desselben der Anlage nach vorhanden sind, immer noch sehr klein im Verhältniss zu seinem späteren Umfang; durch Zellstreckung erreicht es indess rasch eine bedeutende Grösse und tritt aus der Knospenlage hervor. Alle Gewebe zeigen nunmehr ihre charakteristische Gestalt: die Blattstränge, welche schon sehr frühzeitig aus einem Theil des Meristems als procambiale Züge angelegt werden und an die Gefässbündel des Stammes anschliessen, bilden nunmehr ihre einzelnen Elemente aus. Die Hauptmasse der Blattanlage wird zum Füllgewebe (Blattparenchym). Die Epidermis endlich ist bei den jungen Blättern durch eine sehr reichliche Trichombildung [1]) ausgezeichnet.

[1]) Ueber die Trichome cf. Odendall, l. c., p. 20.

In den Achseln der Laubblätter bilden sich Knospen, welche jedoch nur bei den aufrechten Arten regelmässig zur Entwicklung gelangen, bei den niederliegenden Begonien hingegen grossentheils verkümmern.

2. Anatomie der ausgebildeten Laubblätter.[1])

a) Der Blattstiel (Fig. 2) zeigt folgende Bestandtheile: zu äusserst die Epidermis, bei vielen Arten eine reichliche Anzahl zusammengesetzter Haare bildend. Spaltöffnungen[2]) finden sich am Stiel hier und da und dann in grösserer Menge beisammenstehend. Der Oberhaut zunächst treffen wir das 1—4 Zellschichten starke schön ausgeprägte Collenchym. Der ganze übrige Blattstiel wird gebildet von grossen, mit zahlreichen Stärkekörnern erfüllten Parenchymzellen, welche, zumal im Herbst, zahlreiche Krystalle von oxalsaurem Kalk führen, unterbrochen von einer je nach der Stärke des Blattes natürlich wechselnden Anzahl von isolirten Gefässbündeln, von denen die Mehrzahl, etwa 6—8 Zellschichten von der Peripherie abstehend, in einem mit dieser concentrischen Kreise gruppirt ist, einige aber als compacte Masse, das Xylem nach Innen gekehrt, die Mitte des Blattstieles einnehmen. Diese centralen Bündel sind indess nicht bei allen Arten anzutreffen und entsprechen in der Stärke ihrer Entwicklung im Allgemeinen den Dimensionen des Blattes. Der einzelne Fibrovasalstrang[3]) in seiner typischen Ausbildung setzt sich zusammen aus einem grossentheils von schönen Spiralgefässen und Holzparenchym gebildeten Xylem auf der Innenseite, welchem jedoch je nach den Arten auch getüpfelte und leiterförmige, sowie ringförmig verdickte Gefässe nicht fehlen, und aus einem grossentheils aus dünnwandigen Elementen bestehenden Phloëm nach der Peripherie des Stieles zu. Hildebrand hat dasselbe mit einem eigenthümlichen Namen als „Hemmabast"[4]) bezeichnet, weil es gleichsam auf einer Entwicklungsstufe der echten Bastfasern, wie sie bei anderen Arten auftreten,

---

[1]) cf. Odendall, p. 11 u. ff. — Für meinen Zweck hatte ich namentlich die später hinsichtlich der Knospenentwicklung untersuchten Arten, (Beg. Rex, quadricolor, Helene Uhden) im Auge.

[2]) Ueber die Stomata cf. Odendall, p. 22.

[3]) Hildebrand, l. c., p. 21 u. ff.

[4]) l. c., p. 23.

stehen geblieben ist, welche diese vor ihrer definitiven Ausbildung bereits erreichen. Letztere finden sich bei vielen Arten in der für die Gireoudia-artigen Begoniaceen charakteristischen Weise nicht an einer bestimmten Stelle des Basttheiles, sondern einzeln an der ganzen Peripherie des Fibrovasalstranges zerstreut; bei manchen Arten kommen sie in den Blättern, namentlich in den schwächeren, überhaupt nicht mehr zur Entwicklung. Das zwischen Phloëm und Xylem liegende Cambium, dessen Thätigkeit die reihenweise Anordnung der von ihm gebildeten Dauerzellen oft schön erkennen lässt, geht in älteren Blättern ganz in Dauergewebe über und nur höchstens in wenigen Zellen sind noch lange Zeit Zellkerne sowie Protoplasma anzutreffen, welche somit ihre Bildungsfähigkeit bewahren. Die Stränge der Blätter sind also geschlossene; eine Zellschicht, welche sich nicht selten deutlich an der ganzen Peripherie des Gefässbündels markirt, mit etwas weiteren Zellen, welche aber hinter den Zellen des Grundgewebes an Grösse zurückstehen, bildet die Abgrenzung gegen das umgebende Blattstielparenchym.

b) Spreite. Aus dem Stiel treten die Stränge, in die zahlreichen Blattnerven ausstrahlend, in die Lamina ein. Das Mesophyll derselben ist meist 5—6 Zellschichten stark: auf die farblose Epidermis der Oberseite folgt eine mit Chlorophyllkörnern erfüllte Schicht, sodann 3—5 Zellreihen stark das Füllgewebe; den Abschluss bildet die untere Epidermis mit zahlreichen Spaltöffnungen. Auf der Oberseite finden sich letztere nicht; hier sind als Mündungen der letzten Blattnervenausläufer am Rande der Lamina die „Neurostomata" Odendall's entwickelt.

Die nach der Blattunterseite stark vorspringenden Blattnerven zeigen, wie zu erwarten, eine dem Blattstiel im Ganzen entsprechende Structur. Die Epidermis des Mesophylls, meist aus grossen Zellen gebildet, setzt sich continuirlich auf die Nerven fort; an sie schliesst sich genau unter der Mitte der Oberseite ein Complex von Collenchymzellen an; darunter folgen die Chlorophyll enthaltenden Zellen, gleichfalls die Fortsetzung der entsprechenden Schicht des Mesophylls. Die übrige Hauptmasse des Nervengewebes bildet das grosszellige Parenchym, durchsetzt von den Gefässbündeln, deren Anzahl und Stärke natürlich nach der Peripherie des Blattes zu abnimmt; alle Stränge kehren, der Anordnung im Stiel entsprechend, den Holztheil nach Innen. Die Epidermis der Unterseite endlich ist durch 1—3 Zellreihen schwach

entwickelten kleinzelligen Collenchyms vom übrigen Grundgewebe geschieden (cf. Fig. 3).

3. Wachsthum der Wurzeln.

Das Spitzenwachsthum der Begoniaceenwurzel ergab keine wesentlichen Abweichungen von den Verhältnissen, wie sie von Reinke [1]) und Janczewsky [2]) für die Phanerogamen gewonnen wurden; zur Orientirung diene hier Folgendes:

Das Wachsthum der Wurzeln erfolgt mit drei Histogenen:

1) Das centrale Plerom hebt sich durch seine etwas gestreckten, prismatischen Zellen scharf von den fast cubischen Zellen der peripherischen Gewebe ab; es gipfelt in mehreren je nach der Stärke der Wurzel variirenden, deutlich markirten Initialen, welche durch fortgesetzte akrofugale Abgliederung das weitere Wachsthum bewirken.

2) Das Periblem ist an der Seite 4—6 Zellschichten stark und besteht aus fast isodiametrischen Zellen; dasselbe gipfelt über dem Pleromscheitel bei Begonia Rex in zwei Initialen, deren Descendenzen, seitlich rasch in mehrere Zellreihen zerfallend, die Schichten des Periblems bilden. Die innerste Rindenschicht wird beim Uebergang in den Dauerzustand zur Pleromscheide, die auch hier auf dem Querschnitt die charakteristischen schwarzen Punkte der radialen Wände zeigt, welche bekanntlich auf einer eigenthümlichen welligen Faltung der Längswände beruhen.

3) Die äussere Hülle des Wurzelkörpers wird am Scheitel gebildet von der Haube, bestehend aus Dermatogen und Wurzelhaube. Letztere wird hier nicht, wie in manchen Fällen (Gramineen [3]), Lycopodium [4])) von einem besonderen dem Dermatogen dicht aufliegenden Bildungsgewebe, dem sogenannten „Kalyptrogen“ gebildet, entsteht vielmehr unmittelbar aus dem Dermatogen selbst durch fortgesetzte Abgliederung von Wurzelhaubenschichten, welche durch tangentiale Theilungen der einzelnen Epidermiszellen am Scheitel erzeugt werden. Die

---

[1]) Joh. Reinke, Unters. über Wachsthumsgeschichte u. Morphologie der Phanerogamenwurzel, Bonn 1871.

[2]) Janczewsky, Bot. Zeitung Nr. 8, 1874, und Ann. des scienc. nat. 1875.

[3]) Ebendaselbst.

[4]) H. Bruchmann, Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes, Jen. Zeitschr. I, 1874, p. 19 des Separatabdrucks.

tangentialen Theilungen können sich auch in den abgegliederten Haubenlagen wiederholen; indess kommt es in unserem Falle zu keiner ausgeprägten Säulenbildung über dem Scheitel. In Folge der lebhaften Zelltheilung im Dermatogen lässt sich die an der Seite scharf hervortretende Epidermis auch auf dem Scheitel selbst nicht deutlich von den übrigen Zellen des Urmeristems unterscheiden; erst eine genauere Prüfung ergibt hier diejenige Zellenreihe, welche, etwas entfernter vom Gipfel, nach der Beschaffenheit als Dermatogen angesprochen werden darf.

Wir haben mithin bei den Begoniaceen im Wesentlichen den für Helianthus annuus von Reinke aufgestellten Wachsthumstypus der Hauptwurzel, welcher immerhin für die meisten Phanerogamen zu gelten scheint.

Wir wenden uns nach dieser einleitenden Orientirung nun zu unserem eigentlichen Thema.

II. Die Neubildungen an den gesteckten Laubblättern.

1. Veränderungen der Gewebe in der Nähe der Schnittflächen.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass an einem beliebigen Zweigsteckling der Bildung von Wurzeln, neuen Blättern und Zweigen die des sogenannten „Callus" vorausgeht, d. h. es tritt an der Schnittwunde ein Wulst jungen Zellgewebes auf. Vor kurzer Zeit ist durch Rud. Stoll [1]) diese Callusbildung für Zweigstecklinge dicotyler Pflanzen verfolgt worden. Stoll bringt die Stecklinge nach ihrem Verhalten in zwei Gruppen: der kleinere Theil der von ihm untersuchten Stecklinge bildete keinen eigentlichen Callus, sondern nur einfach dicht über der Schnittfläche einen Wundkork, welcher zum Schutz der inneren lebenskräftigen Schichten einen festen Abschluss nach Aussen herstellt. Diese Stecklinge treiben sehr rasch neue Wurzeln, welche die Ernährung übernehmen. Zu ihnen gehörten auch nach Stoll die Stecklinge von Begonia fagifolia.

---

[1]) Rud. Stoll, Callusbildung an Stecklingen, Bot. Zeitung 1874, Nr. 46, 47 und 49.

Die Mehrzahl der Stecklinge hingegen zeigt an der Schnittfläche eine viel tiefer gehende Umwandlung: sie erzeugen einen mehr oder weniger stark entwickelten Callus, einen die Schnittfläche gänzlich überwallenden, unter ihr zusammenschliessenden Gewebecomplex. An seiner Bildung können sich alle Gewebe ausser den Holz-, echten Bast- und Epidermiszellen betheiligen; immer steht das Cambium hinsichtlich seiner Thätigkeit oben an. Der Callus zeigt nach Form und Anordnung seiner Zellen zunächst keine Aehnlichkeit mit den Geweben des Stengels, erst später wird dieselbe hergestellt durch die in ihm entstehenden Meristeme, theils Phellogenschichten an der Peripherie, theils eine Art Cambium, welches den Geweben des Stecklings entsprechende Schichten differenzirt. Die hier viel langsamer sich entwickelnden Wurzeln entspringen nie direct aus dem Callus, sondern stets aus den darüber liegenden Regionen des Stecklings.

In Rücksicht auf diese Ergebnisse von Stoll's Untersuchungen war es nun von Interesse, festzustellen, wie sich die Schnittflächen der gesteckten Begoniaceenphyllome verhielten.

Die vom Schnitt direct betroffenen Schichten färben sich dunkel und sterben rasch ab. Die anstossenden noch frischen Gewebe zeigen einige Zeit nach dem Einpflanzen mancherlei Umbildungen. Wir beobachten Folgendes:

Am Blattstiel häuft sich an der freien Aussenwand einer grossen Zahl von Epidermiszellen Cellulose an und liefert das Material für ein langes, aus dieser Zelle sich hervorstülpendes einzelliges Trichom. Die Bildung dieser Trichome erfolgt indess auch häufig erst, nachdem zuvor die erzeugende Epidermiszelle durch eine tangentiale Theilung in zwei Tochterzellen zerfallen ist. Das einzelne Haar gleicht in allen Details den Wurzelhaaren, welche an jeder Wurzel aus der Epidermis hervortreten; es ist meist als ein einfacher Schlauch entwickelt, kann sich indess auch an seiner Spitze in mehrere gabelförmige Arme spalten. Jede Verwechselung dieser nachträglich gebildeten, höchst charakteristisch gebauten „Pseudo-Wurzelhaare“ — wie wir sie wegen ihrer Aehnlichkeit wohl bezeichnen könnten — mit den normal am Blattstiel auftretenden zusammengesetzten Haaren ist durch ihren Bau total ausgeschlossen. Bei manchen der untersuchten Arten treten sie in sehr grosser Zahl aus der Epidermis hervor. Man kann sie in solchen Fällen schon mit unbewaffnetem Auge als feinen weissen Haarfilz am Blattstiel deutlich erkennen.

Es ist wohl kein Zweifel, dass dieselben bis zu der Zeit, wo die neugebildeten Wurzeln aus den Geweben des Blattstieles hervorbrechen, die Function der Wurzelhaare ausüben, wenigstens trifft man sie in der nämlichen engen Verbindung mit den Partikelchen des Bodens. Ganz die gleiche Haarbildung (besonders reichlich bei Beg. Rex, quadricolor) zeigt auch die Epidermis auf der Unterseite der Blattspreite an den durchschnittenen Stellen der Nerven[1]) (Fig. 4).

Dies ist aber keineswegs die einzige Thätigkeit der Epidermis; am Blattstiel zerfallen ihre Zellen an vielen Stellen durch tangentiale Wände in eine Anzahl von Tochterzellen. Bald treten dann in dem darunterliegenden Collenchym ebenfalls Theilungen im gleichen Sinne auf. Doch auch das übrige Grundgewebe greift beim weiteren Fortgang in die Neubildung ein: viele der grossen Parenchymzellen werden durch Zellstoffwände oft in eine ganze Anzahl von Tochterzellen zerklüftet; ganz besonders finden in denjenigen Zellen des Grundgewebes zahlreiche Theilungen statt, welche zwischen dem peripherischen Gefässbündelkreise liegen; hier wird vielfach von der Cambialregion des einen Bündels zu derjenigen des nächsten u. s. f. im ganzen Kreise des Stieles eine engere Verbindung hergestellt, eine Art nachträglich entwickelten Interfascicularcambiums; es entstehen so im Grundgewebe cambiale Züge, deren nach Innen gelegene Zellen sich bei weiter fortgeschrittenen Zuständen in schraubenförmig verdickte Leitbündelzellen von rosenkranzförmiger Gestalt, ähnlich denen vieler Internodien, umwandeln; bei weiterer Ausbildung sind ganze Nester solcher Zellen im Gewebe des Blattstiels anzutreffen.

Analoge Bildungen finden sich an der Spreite. Die Epidermis der Blattoberseite erzeugt hier unfern der Schnittfläche, besonders in ihrem mittleren Theil, wo die Gruppe von Collenchymzellen unter derselben liegt, unter lebhafter Betheiligung der letzteren, sowie später auch der noch tiefer liegenden Zellen des Grundgewebes eine über das Niveau des übrigen Blattes sich erhebende Wucherung; viele Epidermiszellen lösen sich dabei durch tangentiale Wände in eine ganze Zellreihe auf, deren einzelne Zellen auch noch durch radiale Theilungen sich oft in noch kleinere Theile zerspalten; ebenso erfahren die anschliessenden

[1]) So viel mir bekannt, sind derartige wurzelhaarähnliche Trichome an Zweigstecklingen nicht beobachtet worden.

Collenchymzellen mannigfache Theilungen. In weiter fortgeschrittenen Entwicklungszuständen sind dann auch in vielen der reichliche Stärke führenden Zellen des Grundgewebes zahlreiche Theilungen zu bemerken; auch hier erhalten die Gefässbündel durch Theilung der zwischenliegenden Gewebspartieen engere Fühlung untereinander; es bekommt so das sonst lockere Gewebe des Blattnerven an diesen Stellen ein viel festeres Gefüge.

Auch an der Unterseite des Blattnerven bilden sich zumal an schwächeren Blättern, wo solche zu den Culturen verwendet wurden, z. B. von Beg. Rex und quadricolor, Anschwellungen, doch selten im ganzen Umfange (meist nur als locale Zellwucherungen) erzeugt von der Epidermis und den anstossenden Parenchymschichten; diese Wulste sind besonders durch eine reichliche Production der geschilderten wurzelhaarähnlichen Trichome an ihrem Rande ausgezeichnet; ja bei Arten, wo dieselben sich nicht so reichlich entwickeln, treten sie dann sogar vorzugsweise hier auf. Weiter nach Innen bildet sich in diesen Anschwellungen häufig aus den getheilten Zellen des Füllgewebes eine cambiale Zone, deren innere Zellen sich gleichfalls zu den schraubenförmig verdickten Leitbündelzellen umbilden und an das nächstliegende Gefässbündel Anschluss erhalten.

Somit weichen die an den Schnittflächen der Begoniaceenblätter auftretenden Umwandlungen der Gewebe in mancher Beziehung ab von den Stecklingen mit echtem Callus. Während bei diesen ein aus der Schnittfläche hervorquellender und unter ihr zusammenschliessender Gewebecomplex auftritt, findet dies hier nicht statt[1]), obwohl durch zahlreiche Theilungen in den der Schnittfläche benachbarten Gewebepartieen eine Anschwellung des Stieles und der durchschnittenen Blattrippen veranlasst wird, welche die Gärtner gleichfalls als Callus bezeichnen. Ist es dort vorzugsweise eine Cambiumzone, welche den Callus bildet, so muss es auffallen, dass in unserem Falle ausser Cambium und Grundgewebe besonders auch die Epidermis sich energisch mit an der Neubildung betheiligt, welche doch bei den von Stoll untersuchten Zweigstecklingen gar nicht in die Callusbildung hineingezogen wird (l).

Der Grund dieser Differenz liegt vielleicht in der verschiedenen Function dieser Bildungen. Während der gesammte Callus höchst

---

[1]) Vergl. dagegen das S. 486 über die gesteckten Gloxinienblätter Gesagte.

wahrscheinlich die Ernährung des Stecklings vermittelt, bis zur hinlänglichen Erstarkung der nur langsam wachsenden Wurzeln, besorgen in unserem Falle vorzugsweise die „Pseudo-Wurzelhaare" die Ernährung, welche dann bald von den rasch hervorbrechenden Adventivwurzeln übernommen wird; alle übrigen Veränderungen dienen wohl einerseits dazu, einen Abschluss gegen die Schnittfläche herzustellen und andererseits, dem locker gefügten Gewebe in der Nähe der Schnittflächen eine grössere Festigkeit und engeren Zusammenschluss zu verleihen, um so für die wichtigsten Neubildungen, die Knospen und Wurzeln, deren Betrachtung uns nunmehr beschäftigen soll, eine festere Grundlage zu bilden.

2. Entwicklung der Wurzeln.

Die ersten Wurzeln zeigen sich nach 8—14 Tagen am Blattstiel und den durchschnittenen Stellen der Spreite. Während bei manchen Arten (Beg. ricinifolia, B. imperialis, Lm.) nur dicht an der Schnittfläche des Blattstiels zahlreiche Wurzeln hervorbrechen, treten dieselben bei anderen Species (Beg. quadricolor, B. Helene Uhden) auch weiter hinauf in der ganzen Ausdehnung des eingesteckten Blattstiels auf.

Die Entwicklung derartiger Adventivwurzeln (oder „Beiwurzeln" nach Reinke's Terminologie [1])) aus Blättern ist bisher noch nicht weiter verfolgt worden. Im Allgemeinen entstehen dieselben auch hier, wie nach den Beobachtungen, welche über ihre Entwicklung aus Stammtheilen vorliegen, zu erwarten war, endogen aus dem Fibrovasalsystem und treten unter Durchbrechung der entgegenstehenden Gewebeschichten nach Aussen.

Jedes der im Umkreise des Blattstieles liegenden Gefässbündel kann sich bei der Erzeugung adventiver Wurzeln betheiligen und zwar häufig in verschiedener Höhe zu wiederholten Malen; dasselbe gilt für jeden in den Blattnerven verlaufenden Strang. Da hier die meisten Bündel den Seiten und der Unterseite des Blattnerven näher liegen, als der Oberseite, brechen die Wurzeln gewöhnlich auch seitlich oder nach Unten hervor; tritt aber eine Anlage in einem der wenigen der Blattoberseite nahe liegenden Bündel auf, so sieht man dann die Wurzel an der Blattober-

[1]) J. Reinke, Wachsthumsgesch. u. Morph. der Phanerogamenwurzel. p. 41.

seite zu Tage treten (besonders häufig bemerkte ich es bei Beg. Helene Uhden); vermag dieselbe nicht durch die Lücke der Schnittfläche hindurch den Boden zu erreichen, so stirbt sie bald ab. Die Richtung, in welcher die Adventivwurzel zu Tage tritt, richtet sich somit lediglich nach dem Ort der Anlage: die jungen Wurzeln wachsen stets, von dem Xylem des Mutterbündels sich entfernend, in der Richtung des Basttheiles, wie wir dies noch sehen werden; wo daher der Basttheil nach der Blattoberseite zu gerichtet ist, tritt eine an solchen Bündeln angelegte Wurzel auch an der Oberseite zu Tage.

Die Anlage und Entwicklung dieser Adventivwurzeln nun zeigt in mancher Hinsicht nicht unwesentliche Differenzen von der Darstellung, welche Reinke für die Entwicklung stengelbürtiger Adventivwurzeln am Schluss seiner Untersuchungen über das Wurzelwachsthum der Phanerogamen gegeben hat. Nach Reinke entstehen dieselben entweder aus dem Interfascicularcambium oder vor den Gefässbündeln des Stengels.

Vom Interfascicularcambium gebildet fand er sie nur bei Impatiens parviflora. „Dieselben entspringen [1]) zwischen den Gefässbündeln des Stammes und zwar verhält sich die äussere Zellreihe des Interfascicularcambiumringes in dieser Hinsicht genau wie das Pericambium der Wurzel. Auch hier füllt eine Zellgruppe sich stärker mit Protoplasma und stellt den Bildungsheerd für die ganze Wurzel dar; die Zellen theilen sich tangential, die äussere Zellschicht liefert das Dermatogen, während aus der inneren im Verlaufe weiterer Theilungen in der bekannten Weise Plerom und Periblem entstehen. Das Dermatogen scheidet die Kappen der Wurzelhaube ab und auch die innerste Rindenschicht zeigt anfangs einige Wachsthumserscheinungen, wird aber bald nebst den übrigen resorbirt, um der Wurzel den Austritt ins Freie zu eröffnen."

„Was den zweiten, weit häufigeren Fall anlangt, dass die Wurzeln vor Gefässbündeln entspringen, so scheint hier durchgehends, wenigstens an den Stengelknoten, die äusserste Phloëmschicht, die Weichbastzellen, jene Rolle der Pericambiums zu übernehmen, welche wir bei Impatiens der äussersten Interfascicularcambiumschicht zuertheilt haben. Mit Bestimmtheit wurde dieser morphologische Ort des Ursprungs erkannt an den Beiwurzeln von Veronica Beccabunga,

---

[1]) l. c., p. 42.

desgleichen von Lysimachia Nummularia. Doch deuten mehrere andere untersuchte Fälle — z. B. Hedera Helix, Dischidia Bengalensis — darauf hin, dass dies Verhalten ein verbreitetes sei. In dieser äussersten Phloëmschicht, deren Zellen also ihre Entwicklungsfähigkeit bewahren, füllen sich einige Zellen stärker mit protoplasmatischem Inhalte an und theilen sich tangential, wodurch in der äusseren Schicht das Dermatogen und somit die aus ihm hervorgehende Wurzelhaube angelegt sind. Die darunterliegende Zellschicht liefert zunächst durch tangentiale Fächerung primäre Zellreihen, deren äusserste Zellen als Initialen die Curven des Periblems und Pleroms erzeugen; man sieht, die Erscheinungen sind denen der Seitenwurzelbildung völlig gleich."

Meine Beobachtungen an den Begonienblättern ergaben nun Folgendes:

Die Entwicklung wurde vorzugsweise auf Querschnitten, besonders an B. Helene Uhden, B. quadricolor, auch an B. splendida, ricinifolia und Rex verfolgt.

Ein Blick auf den Querschnitt eines Gefässbündels mit einer schon vollständig angelegten Wurzel, sei es am Blattstiel, oder an den Nerven der Spreite (Fig. 5 u. 6) zeigt die ganze Region von den Weichbastzellen bis über den Anfang des Xylems hinaus auf der einen Seite von der Wurzel eingenommen. Stets sehen wir das Plerom der Wurzel in der Cambialgegend des Stranges endigen; hier bildet sich der Anschluss der aus dem Procambium des Wurzelpleroms differenzirten Vasalbündel an die aus dem Cambium des Stranges gebildeten Gefässe oder netzförmig verdickten Leitbündelzellen. Die Periblem- und Dermatogenschichten der Adventivwurzel greifen aber beiderseits über die cambiale Region des Bündels hinaus; sie erstrecken sich auf der inneren axilen Seite des Bündels bis über den Anfang der Spiralgefässe und scheinen aus einigen Zellschichten des Grundgewebes, die seitlich eng an den Xylemtheil anschliessen, zu entspringen; auf der peripherischen Seite schliessen die Weichbastzellen sich unmittelbar an die Rindenschichten der Wurzel an und scheinen bei ihrer Bildung betheiligt.

Die Entwicklungsgeschichte erklärt dieses Verhalten des ausgebildeten Zustandes:

Einige dem Xylem dicht anliegende Zellreihen des Cambiums auf der einen Seite des Stranges, so wie die äusserste Grenzschicht des Bündels füllen sich mit Protoplasma. Die betheiligten Cambialzellen theilen sich hier nicht, wie normal, durch Wände

parallel zur Peripherie des Blattstieles, sondern in einer zu ihr geneigten, ja senkrechten Richtung, also nicht durch tangentiale, sondern durch mehr radial gerichtete Wände. Aus ihren Descendenzen und denen der gleichfalls in Theilzellen zerfallenden äussersten Zellreihe entsteht so an dieser Stelle eine in nicht gerade sehr regelmässigen Reihen angeordnete hügelige Hervorbildung (Fig. 8). Durch die lebhafte Zellbildung, besonders im mittleren Theile dieses neuen Bildungsherdes im Gefässbündel, hat sich ein nun auch schon bei geringer Vergrösserung wohl kenntlicher Zellhügel gebildet, welcher bei weiterem Fortschritt zur Differenzirung der Histogene schreitet. Fig. 9 zeigt uns den Punkt, wo dieselbe in der Hauptsache bereits sich vollzogen hat; dabei erschien mir durchgängig die Herausbildung der Histogene, welche das Wachsthum der Wurzeln vermitteln, aus dem indifferenten Zellencomplex der ersten Anlage von Innen nach Aussen zu erfolgen, also vom Plerom [1]) auszugehen.

Wenn die Pleromintialen (Fig. 9 pl. i) sich aus den primären Zellen herausgebildet haben und in ihre Function eintretend sich zu theilen beginnen, erhält die ganze Anlage eine deutlich ausgesprochene Wachsthumsrichtung; sie streckt sich nun rasch hervor. Die peripherischen Schichten des Periblems folgen durch radiale concentrische Theilungen den vorwärts drängenden Pleromzellen. Das Dermatogen entsteht aus den Theilzellen der äussersten Zellreihe des Gefässbündels; in dieser bilden sich sodann Theilungen parallel der Wachsthumsrichtung der jungen Anlage, welche zu den ersten Schichten der Wurzelhaube werden. Unter Resorption der entgegenstehenden Schichten des Grundgewebes gelangt die Wurzel an den Rand des Blattstieles und tritt nach Aussen. Am Scheitel der nach Aussen drängenden Wurzel finden sich natürlich die Membranen der durchbrochenen Parenchymzellen zusammengedrängt, deren innerste dem Gefässbündel zunächst

---

[1]) Für die Seitenwurzeln von Trapa natans gibt Reinke bekanntlich das Umgekehrte an: gleich der erste Theilschritt trennt dort das einschichtige Pericambium in zwei Schichten, eine äussere, das Dermatogen, welche die Wurzelhaubenschichten abgliedert, und eine innere, aus deren weiteren Theilungen Periblem und Plerom hervorgehen. Ist diese centripetale Anlage der Wurzelhistogene allen Phanerogamen gemeinsam? Bei den Seitenwurzeln der Begoniaceen trat das Dermatogen keinesfalls gleich bei den ersten Theilschritten im Pericambium so scharf hervor, vielmehr erst, wenn auch die Pleromintialen deutlich zu erkennen waren. Jedenfalls verdient dieser Punkt noch weitere genaue Prüfung.

befindliche Reihe übrigens in der Regel ebenfalls einige Theilungserscheinungen zeigt.

Die Betheiligung dieser den Strang abgrenzenden Zellschicht an der Wurzelanlage in ihrer Erstreckung vom Weichbast bis an das Xylem ist somit die Ursache, dass auf weiter vorgeschrittenen Entwicklungszuständen, wie oben geschildert, die peripherischen Gewebe der Wurzel einerseits direct aus dem Weichbast, andererseits aus dem Xylem zu entspringen scheinen. Der Bast des Bündels betheiligt sich aber nicht an der Bildung der Wurzel, nur wird er öfters besonders bei dürftiger Ausbildung in schwächer entwickelten Strängen von der kräftig sich entfaltenden Wurzelanlage etwas zusammengedrückt und zur Seite geschoben; an stärkeren Gefässbündeln indess ist er intact auch neben der entwickelten Wurzel erhalten (Fig. 5). Keinesfalls geht also hier, wie dies Reinke für die von ihm geschilderten Fälle angibt, von der äussersten Phloemschicht die Initiative der ganzen Neubildung aus.

Es treten nun von dem geschilderten typischen Verhalten hie und da bei diesen adventiven Bildungen Abweichungen auf, je nach der Ausbildungsstufe des Stranges, welcher bei der Wurzelerzeugung betheiligt ist. Unsere Darstellung bezog sich zunächst auf die Entwicklung von Wurzeln an ausgebildeten Blättern, deren Gefässbündel alle einzelnen Elemente bereits entwickelt zeigen. Steckt man hingegen junge Blätter ein, deren Fibrovasalstränge also noch nicht vollständig ausgebildet sind, so werden zwar auch an diesen aus den viel schwächeren Gefässbündeln Wurzeln entwickelt; es betheiligen sich aber von dem überhaupt nur aus wenigen Spiralgefässen und im Uebrigen nur aus dünnwandigen Elementen bestehenden Bündel ausser den Spiralgefässen fast alle Zellen desselben an der Neubildung. Bisweilen kommt es auch vor, dass eine Verstärkung durch das nächstliegende Bündel eintritt, indem die zwischenliegenden Parenchymzellen durch ein hier auftretendes Interfascicularcambium in Theilzellen zerfallen, welche sich theilweise in die charakteristisch geformten schraubenartig verdickten Leitzellen umwandeln (Fig. 7).

Es sind mir ferner auch Fälle aufgestossen (z. B. bei Beg. ricinifolia), wo die Wurzel nicht seitlich am Strange, sondern in der Richtung des Bastes sich entwickelt hatte. Obwohl mir die jüngsten Zustände von derartigen Wurzeln nicht vorlagen, wird auch hier jedenfalls die erste Anlage im Cambium stattgefunden

haben, und von da aus bei weiterer Ausbildung die dünnwandigen Bastzellen durchbrochen haben.

An den durchschnittenen Stellen der Blattspreite sind die jungen Entwicklungsstände der Wurzel, welche übrigens hier ganz die nämliche Entstehung aus der Cambialregion des Bündels unter Betheiligung eines Theiles der peripherischen Zellen zeigen, schwieriger zu erhalten, theils schon, weil hier die Wurzeln überhaupt in geringerer Zahl sich bilden, besonders aber, weil sie grossentheils gerade in dem Winkel des sich in zwei Aeste spaltenden Blattnerven angelegt werden, wo die Gefässbündel ja nur zum Theil auf Querschnitten senkrecht getroffen werden können.

Bezüglich der Wurzelentwicklung bei den Zweigstecklingen der aufrechten Begonien möge zum Vergleiche noch Folgendes hier Platz finden. Die Beobachtung Stoll's[1]), dass an den Stecklingen von Beg. fagifolia die Wurzeln sich aus dem Interfascicularcambium gebildet hatten, veranlasste mich, auf die Bildung derartiger Wurzeln ebenfalls mein Augenmerk zu richten. Da mir Beg. fagifolia nicht gerade zu Gebote stand, wählte ich Beg. zebrina, hort. und Beg. argyrostigma, Link. zur Untersuchung. Die Erzeugung der Wurzeln geht hier sehr rasch von Statten, wie bei allen Stecklingen ohne echte Callusbildung; schon nach 4—5 Tagen zeigten die in's Vermehrungsbeet eingesteckten Sprosse die ersten der in reichlicher Anzahl dicht über der Schnittfläche hervortretenden Wurzeln. Die grosse Mehrzahl derselben entsteht auch hier aus den Gefässbündeln in ganz ähnlicher Weise, wie bei den Blättern, mit der einzigen Modification, dass die zunächst an das Bündel anstossenden Zellen des hier normal vorhandenen Interfascicularcambiums sich mit an der Neubildung betheiligen. An stark entwickelten Bündeln sieht man wohl auf beiden Seiten derselben eine Wurzelanlage sich bilden.

Daneben entstehen indess auch nicht selten Wurzeln allein aus dem Interfascicularcambium; das Plerom der fertig gebildeten Wurzel schliesst dann immer durch Leitbündelzellen an die zwei nächsten Stränge rechts und links an. Fig. 10 zeigt eine derartige junge Anlage von Beg. argyrostigma, Link. Das

[1]) l. c., p. 755.

Interfascicularcambium ist an dieser Stelle durch tangentiale und radiale Wände in eine Anzahl kleiner Meristemzellen zerfallen, welche hier die späteren Histogene der Wurzel noch nicht ausgeprägt erkennen lassen; die äusserste, der Stengeloberfläche nächste Zellschicht hebt sich unter den übrigen heraus und bildet eine Art Scheide um die junge Anlage, ähnlich wie die Pleromscheide um die junge Nebenwurzel.

Wir sehen somit die beiden von Reinke unterschiedenen Fälle an den Stecklingen dieser Art nebeneinander auftreten.

Nach diesen an den Adventivwurzeln der Begonien gemachten Beobachtungen musste es für mich von Interesse sein, durch eigene Anschauung mir ein Urtheil darüber zu bilden, welche Bewandtniss es mit der Entstehung der „Beiwurzeln“ in den von Reinke beschriebenen Fällen aus dem Phloem der Gefässbündel habe, besonders da Reinke hierüber keine Zeichnungen beigefügt hat. Geeignete Präparate von Veronica Beccabunga, Lysimachia Nummularia und Hedera Helix ergaben hierüber Folgendes:

Die ersteren zwei Arten verhalten sich bezüglich der Bildung ihrer Adventivwurzeln aus den Stengelknoten einander sehr ähnlich. Bei Veronica Beccabunga ist das Fibrovasalsystem als ein geschlossener Cylinder zwischen das centrale Markparenchym und die peripherischen Rindenschichten eingeschoben, und zwar von diesen durch eine Art Gefässbündelscheide scharf getrennt. Unter dieser läuft rings um den Fibrovasalcylinder eine Zellreihe hin, welche unmittelbar an die Pericambiumschicht des Pleromcylinders der Wurzel erinnert. In diesen beiden Schichten erfolgt nun vorzugsweise, wie Fig. 11 zeigt, die Anlage der Wurzeln, und zwar bereits so nahe am Gipfel des Sprosses, dass sich in den Gefässbündeln die Ausbildung der sämmtlichen Elemente noch nicht vollzogen hat. Das Cambium (Fig. 11, cc) ist hier thatsächlich bei der ersten Wurzelanlage zunächst in keiner Weise betheiligt; es läuft, durch die Bastregion getrennt, unter der Wurzelanlage hinweg. Ob aber Reinke mit Recht die bei der Anlage thätigen Zellen als Weichbast bezeichnet, scheint mir zweifelhaft. Allerdings unterbleibt am Orte der Neubildung grossentheils die definitive Ausbildung der Bastzellen, welche, in ihrer Entwicklung durch die hier sich ausbreitende Wurzel gehemmt, vielmehr den Anschluss derselben an den Fibrovasalkörper vermitteln helfen; aber die erste Anlage

erfolgt, wie gesagt, nicht im Bereiche des Bastes, sondern ausser in der Scheide gs, in der dem Pericambium analogen Zellreihe π, welche schwerlich als zum eigentlichen Phloem gehörig gelten kann, sondern selbst deutlich vor den Gefässbündeln gelegen ist.

Bei Lysimachia Nummularia sind die Verhältnisse fast die gleichen.

Dagegen zeigen die Wurzeln von Hedera Helix, welche Reinke als bestätigendes Beispiel seiner Angaben ansieht, erhebliche Abweichungen. Die Anlage der zahlreichen Adventivwurzeln, welche hier meist in zwei Reihen auf der an der Unterlage hinkriechenden Seite des Epheutriebes hervortreten, bildet sich ebenfalls schon unfern der Zweigspitze. Eine Schutzscheide fehlt hier, ebenso die continuirliche pericambiumähnliche Schicht unter ihr. Das Fibrovasalsystem bildet überhaupt an den Stellen des Stengels, wo die erste Anlage der Wurzeln stattfindet, noch keinen geschlossenen Cylinder, es treten vielmehr auf dem Querschnitt eine Anzahl von Gefässbündeln hervor, zwischen welche sich Parenchymzellen einschieben. Die Wurzeln bilden sich nun nicht vor, d. h. auf der Aussenseite, sondern an der Seite der Gefässbündel, nicht aus dem Basttheil zugehörigen Zellen, sondern aus der Cambialregion unter Betheiligung der hieran angrenzenden Parenchymzellen. Die Analogie mit der Bildung der Seitenwurzeln, welche bei Veronica Beccabunga so frappant uns entgegentrat, ist hier daher ganz verwischt; noch bildungsfähige Theile des Gefässbündels selbst vermitteln hauptsächlich die Wurzelbildung. Dieselbe nähert sich mithin schon den uns bekannten Verhältnissen der Begonienblätter, wo nahezu entsprechende Theile der allerdings dort geschlossenen und von einander isolirten Stränge die Wurzeln erzeugen, freilich aus schon fertig gebildeten, erst secundär wieder in Theilung übergehenden Zellen.

Es erscheint mir durchaus nothwendig, dass erst noch eine grössere Zahl der ja keineswegs so seltenen Fälle, in denen Adventivwurzeln aus den Gelenkknoten krautartiger Pflanzen entspringen, — wie z. B. bei Tradescantia, Vinca, Cardamine amara, Crassulaceen u. a. m. — eingehende Berücksichtigung erfahren, bevor man allgemeine Schlüsse über den Ursprungsort derartiger Adventivwurzeln zieht. Reinke, der ja übrigens die Verhältnisse mehr beiläufig als Ergänzung zu seiner Arbeit in Betrachtung gezogen hat, ist wohl zu weit gegangen, wenn er die aus der Untersuchung nur weniger Fälle gewonnenen Resultate bereits als

allgemein gültige hingestellt.[1]) Gewiss dürften weitere ausgedehntere Beobachtungen noch manche Abweichung feststellen, da es sich hier ja offenbar um Anpassungen handelt, welche, innerhalb der einzelnen Pflanzengruppe selbständig erworben, dem entsprechend nach dem jeweiligen histologischen Bau derselben mancherlei Differenzen aufweisen werden.

3. Entwicklung der Knospen.

Die adventiven Sprosse der Phanerogamen, sowohl solche, welche an Stämmen entstehen, als diejenigen, welche an Wurzeln sich bilden, werden nach allgemeiner Annahme endogen angelegt; sie entspringen „aus einer oder wenigen Zellen, welche allseitig vom Gewebe umschlossen sind, stets aus Gewebemassen, welche an Gefässbündel oder an den Holzkörper unmittelbar angrenzen; in der Regel an ihren nach Aussen gekehrten Flächen“.[2]) Dies in zahlreichen Fällen beobachtete Verhalten[3]) der Adventivknospen bestimmte wohl auch Sachs ein Gleiches für die blattbürtigen Sprosse der Begoniaceen und für andere durch Blattstecklinge zu vermehrende Pflanzen anzunehmen. Er sagt[4]): „Adventivknospen entstehen ferner endogen unter besonderen Umständen aus älteren abgetrennten Blättern, Stamm- und Wurzelstücken, zumal wenn diese feucht und dunkel gehalten werden, worauf die Vermehrung vieler Pflanzen in den Gärten beruht, wie die der Begonien aus Blättern, der Marattien aus ihren dicken Nebenblättern u. s. w.“ Möglicherweise stützt sich Sachs bei diesen Angaben auf Hofmeister, in dessen Allgem. Morphologie ich (p. 423) die Stelle finde: „Innerlichen Ursprungs sind auf und an Wurzeln entstehende Sprosse; ferner alle Zweige von Equiseten; die Brutpflänzchen, welche den auf feuchte Erde gelegten Blättern von Begonien, den in den Boden vergrabenen Stücken von den Stipeln der Marattiaceen entspriessen.“

Diese Angaben sind nun aber, so weit meine Beobachtungen reichen, für die Begonien durchaus nicht richtig; vielmehr ergab die Untersuchung, dass bei allen berücksichtigten

[1]) l. c., p. 42; cf. oben S. 463 das einschlagende Citat.

[2]) Hofmeister, Allg. Morph. p. 421. cf. auch Al. Braun, Verjüng. p. 25; das Individuum der Pflanze etc., p. 75; ferner Trécul, recherches sur l'origine des bourgeons adventifs (Annales d. sc. nat. T. VIII (1847), p. 268) u. A. m.

[3]) Die Ausnahme bei Calliopsis tinctoria, cf. unter S. 487.

[4]) Sachs, Lehrbuch, III. Aufl., p. 157.

Arten die Knospen durchaus exogen, als ganz oberflächliche Sprossungen entstehen, zunächst gebildet aus der Epidermis unter Betheiligung der nächstliegenden Partieen des Grundgewebes, wie dies wenigstens für die Knospen des Blattstieles P. Magnus in einer kurzen Notiz bereits richtig erwähnt hat. [1])

Schon weit vorgeschrittene Knospen documentiren ihren exogenen Ursprung sofort dadurch, dass die Epidermis des Mutterblattes, aus welchem sie sich entwickeln, nirgends in ihrem Zusammenhang unterbrochen wird, sondern continuirlich auf die Gewebe der Knospe übergeht.

Verfolgen wir nunmehr eingehender diese bei den Phanerogamen so ungewöhnliche Bildungsweise, welche gerade durch ihren abnormen Charakter ein erhöhtes Interesse erhält.

Zur Untersuchung wurden die gesteckten Blätter, sobald die Knospen sich zu zeigen begannen, in absoluten Alkohol gebracht, die Schnitte dann sofort in verdünntes Glycerin gelegt und oft zur Aufhellung noch mit Aetzkali und Essigsäure behandelt. Zum Studium der Knospenentwicklung wurde namentlich Beg. Helene Uhden, hort. benutzt, deren Gewebe an der Luft nicht so rasch durch Oxydation verdunkelt werden, als die übrigen Arten; doch wurden ausserdem auch eine ganze Anzahl anderer Arten, besonders Beg. Rex, B. quadricolor, B. ricinifolia und B. xanthina berücksichtigt.

Nachdem sich auf Querschnitten des Stiels und des Blattnerven ergeben hatte, dass die ersten Schritte der Knospenbildung durch Theilungen in der Epidermis selbst erfolgen, so benutzte ich dann ausser geeigneten Querschnitten auch Oberflächenansichten zur Orientirung über diese Theilungsvorvorgänge in der Epidermis. Da ja die Knospen zumal an den durchschnittenen Stellen der Lamina, wie erwähnt, stets in Mehrzahl beisammen sich bilden, so bietet letzteres Verfahren den Vortheil, auf einem einzigen Stück Blattoberhaut von einer geeigneten Stelle meist gleich mehrere Knospenanlagen in verschiedenen Entwicklungsstufen beisammen zu erhalten und hinsichtlich der in der Epidermis eingetretenen Theilungen vergleichen

---

[1]) In der Bot. Zeitung 1873, p. 270, worauf ich allerdings erst aufmerksam wurde, als ich meine Beobachtungen bereits fast abgeschlossen hatte, bemerkt P. Magnus, dass „an der Schnittfläche der Blattstiele von Begonia-Arten oberflächliche Adventivknospenbildung vorkomme."

zu können. Die allerersten Anfänge sind indess auch auf sonst günstigen Präparaten nur sehr selten sicher zu beobachten. Zum Theil liegt dies wohl daran, dass die ersten Theilungen sehr rasch durchlaufen werden. Hierzu kommt aber noch, dass gerade an den Stellen, wo die Knospen am zahlreichsten sich bilden, in der Nähe der Schnittflächen, wie schon oben geschildert (S. 459), in sehr vielen Epidermiszellen Theilungen auftreten, welche mit der Knospenbildung gar nicht in Beziehung stehen, so dass die Beurtheilung der getheilten Epidermiszellen grosse Vorsicht erfordert. Bestehen daher auch diejenigen Anlagen, welche mit voller Sicherheit als werdende Knospen gedeutet werden könnten, bereits aus einer Anzahl von Theilzellen, welche indess meist, z. B. in der Beschaffenheit der gebildeten Membranen, noch Anhaltepunkte bieten für einen annähernden Rückschluss auf die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Theilschritte, so ist die hierdurch für die Continuität der directen Untersuchung gebliebene Lücke um deswillen von wenig Belang, weil aus dem Vergleich einer hinreichenden Anzahl von jungen Anlagen deutlich hervorgeht, dass bei der Ausbildung des Folgemeristems der jungen Knospen in den hierbei betheiligten Epidermiszellen eine bis auf jede einzelne Theilung streng wiederkehrende Aufeinanderfolge nicht eingehalten wird, dass vielmehr nicht einmal die Zahl der für die erste Anlage der Knospe in Anspruch genommenen Epidermiszellen die gleiche bleibt. Derartige Schwankungen sind leicht begreiflich, wenn wir bedenken, dass die Epidermiszellen an den verschiedenen Stellen des Blattes, an welchen die Adventivknospen auftreten — dies geschieht, wie wir bereits oben sahen, sowohl am Stiel als an der Spreite, an letzterer theils an der Stelle, wo der Stiel in die einzelnen Blattnerven ausläuft, theils an den durchschnittenen Stellen der Nerven, hier auf der Ober- und Unterseite derselben — ziemlich abweichende Dimensionen besitzen. Diejenigen auf der Blattoberseite, welche in das Mesophyll auslaufen, haben ein bedeutend grösseres Volumen, als die, welche die Gruppe von Collenchymzellen in der Mitte des Blattnerven auf der Oberseite, sowie der Blattunterseite und den Blattstiel überziehen.

Es ist auch wohl zu berücksichtigen, dass wir es hier ja nicht mit der Bildung eines Organs zu thun haben, welches wie etwa die Archegonien und Antheridien der höheren Kryptogamen als wichtige Fortpflanzungsorgane durch ganze Pflanzengruppen bis in seine feinsten Details streng vererbt zu werden pflegt,

sondern mit adventiven, gewissermassen mehr überzähligen Bildungen, deren Auftreten bei den verschiedenen Arten der mit ihnen versehenen Familie selbst, wie wir sahen, innerhalb der weitesten Grenzen schwankt.

a) Anlage der Knospen.

Die vergleichende Betrachtung einiger Knospenanlagen von den verschiedenen Partieen der Stammblätter, welcher wir uns nunmehr zuwenden, wird die gemachten Bemerkungen bestätigen und zugleich nachweisen, wie trotz der Differenzen im Einzelnen doch bei allen Knospen im Ganzen stets der gleiche Entwicklungsgang wiederkehrt.

Wir beginnen mit der Schilderung einiger Oberflächenansichten, denen wir dann diejenige der Querschnitte anreihen.

Die Knospenanlagen der Fig. 12 und 13 nehmen ihren Ursprung aus solchen Epidermiszellen der Oberseite der Blattspreite, welche an der Grenze von Blattnerv und Mesophyll liegen. In Fig. 12 ist die centrale Zelle C an der Oberfläche bereits in zahlreiche Theile zerfallen; die Theilzellen nach Innen entziehen sich natürlich der Beobachtung von oben. Auch die an die Zelle C anschliessenden Epidermiszellen haben sich ebenfalls schon zu theilen begonnen, und zwar besonders auf ihrer der Zelle C zugewandten Seite. Der Vergleich mit weiter vorgeschrittenen Entwicklungszuständen zeigt, dass auch sie noch sämmtlich in die Bildung der Knospe hineingezogen werden, deren Umkreis sich somit von C als Centrum aus centrifugal erweitert und mit zunehmender Erstarkung noch mehr Epidermiszellen umfasst.

Neben der Zelle C entspringt ein unregelmässig gestaltetes Trichom, wie denn überhaupt die zuerst in Theilung übergehende Zelle einer derartigen Trichommutterzelle häufig benachbart ist. Dieselben sind hie und da auf der Oberhaut anzutreffen. Das von ihr gebildete drüsenartige Trichom bemerkt man auf den Querschnitten durch junge Knospenanlagen häufig neben dem Scheitel (Fig. 22 und 23); die Trichommutterzelle wird später in die Knospenentwicklung hineingezogen, das Trichom selbst dann abgestossen. Vielleicht entspringen die Knöspchen, deren Vertheilung auf dem Blatte im Uebrigen bezüglich ihres gegenseitigen Abstandes durchaus keine Regelmässigkeit wahrnehmen lässt, gerade hier häufiger, weil an diesen Stellen Theile des Hautsystems länger im bildungsfähigen Zustand verharren.

Bei der Anlage (I u. II in Fig. 13) ist nicht in einer, sondern sofort in zwei Epidermiszellen gleichmässig das Zerfallen in Theilzellen eingetreten.

Fig. 14 bis 16 zeigen Anlagen ebenfalls von der Oberseite der Blattspreite, aber in der Nähe der Schnittfläche, wo, wie erwähnt, die Oberhaut auch sonst zahlreiche Theilungen eingeht. In Fig. 14 und 15 ist die Anlage noch fast auf das Areal einer Zelle beschränkt, während in Fig. 16 an einer im Ganzen nur wenig weiter entwickelten Knospenanlage sich sofort 3 Zellen in nahezu gleichmässiger Weise betheiligt haben.

Zum Vergleich mit Fig. 16 von B. Helene Uhden ist in Fig. 17 eine (etwas jüngere) Anlage von Beg. Rex dargestellt.

Von den Durchschnittsansichten sind Fig. 19 und 29 dem Blattstiel entnommen. In Fig. 18 sind von den bei der Anlage der Knospe betheiligten Zellen drei getroffen. Die Zelle B war zuerst bei der Anlage betheiligt; sie war, wie sich noch annähernd feststellen lässt, durch zwei tangentiale Wände in drei übereinanderliegende Abtheilungen zerfallen. In der innersten derselben ist erst eine radiale Theilung aufgetreten; in der mittleren hingegen hat schon eine viel lebhaftere Zelltheilung stattgefunden und in der äussersten, schon ganz mit Protoplasma erfüllten Zone nimmt die Anzahl der Theilzellen noch zu. Diese mittlere Zelle B entspricht etwa der Zelle C in Fig. 12, in ihr beginnt sich bereits deutlich das Dermatogen des neu sich bildenden Vegetationspunktes abzusondern, während die beiden anstossenden Epidermiszellen erst wenige Theilungen zeigen, denn A ist erst in drei und C in zwei Theilzellen zerfallen.

In Fig. 19, einem schon etwas weiter vorgeschrittenen Entwicklungsstadium, haben sich offenbar zwei Zellen der Blattstielepidermis von Anfang an in gleichmässiger Weise an der Bildung der Anlage betheiligt; hier lässt sich indess die Aufeinanderfolge der Theilungen keineswegs so deutlich wie im vorigen Falle erschliessen; wir haben bereits einen einheitlichen Complex von Meristemzellen vor uns.

Junge Knospenanlagen von der Oberseite der Lamina stellen Fig. 18, 20—23 dar.

Fig. 18 zeigt eine solche der Begonia Rex[1]) entnommene von den grösseren Epidermiszellen zu beiden Seiten des Blattnerven, die schon zum Mesophyll überleiten; Fig. 21—23 hingegen

[1]) Beg. Helene Uhden verhält sich ganz analog.

von der Mitte der Blattnervoberseite, an der Stelle, wo die Collenchymgruppe unter der Oberhaut hin sich erstreckt.

Während im ersteren Falle zuerst in einer einzigen Zelle zahlreiche Theilungen auftreten, bevor auch die anstossenden beginnen (wie dies ja auch Fig. 12 uns von oben zeigte), sind es hier meist zwei oder drei der kleineren Epidermiszellen, welche gleichmässig am Aufbau des neuen Folgemeristems Antheil nehmen: ein Verhalten, welches natürlich eine directe Beziehung der allerersten Theilungen zweier derartiger Bildungen aufeinander ausschliesst.

Auch bei den Knospen, welche, obwohl im Ganzen in viel geringerer Zahl, aus der Epidermis der Blattunterseite sich bilden, findet, wie die Betrachtung der Fig. 24 und 25 von Beg. xanthina zeigt, ebenfalls keine stets wiederkehrende Aufeinanderfolge der einzelnen Theilschritte statt. In Fig. 25 sind die Theilungen offenbar in anderer Reihenfolge vor sich gegangen, als in Fig. 24, einem älteren Zustand. Letztere Anlage ist eben hinsichtlich der einzelnen Theilungen von dem jüngeren der Fig. 25 nicht direct abzuleiten.

Trotz mancherlei Variationen, welche uns somit bei dem Studium junger Anlagen dieser Adventivknospen auch bei der gleichen Art aufgestossen sind, kehrt aber doch, wie wir nunmehr übersehen, in den wesentlichen Zügen überall der gleiche Modus der Bildung wieder: stets sind es einige Epidermiszellen, welche, obwohl längst im Dauerzustand befindlich, unter den gegebenen besonderen Umständen sich mit Protoplasma anfüllen und nachträglich durch eintretende tangentiale und radiale Theilungen vielfach zerfallend in ein neues Folgemeristem sich umwandeln; frühzeitig sondert sich bei diesen Theilungen eine Zellenlage an der Peripherie der Epidermis als Dermatogen (Fig. 19) ab, während die anderen Histogene des sich neubildenden Vegetationspunktes dann gleichfalls allmählich aus den inneren Theilzellen sich differenziren.

b) Fernere Ausbildung der Knospen.

Verfolgen wir nunmehr die weitere Entwicklung der Knospen: das neue Meristem, aus einer Anzahl (6—8) Epidermiszellen durch ihren Zerfall in zahlreiche Theilzellen gebildet, wölbt sich unter fortgesetzter Theilung bald über die Epidermis hervor. Nachdem der neugebildete Zellencomplex sich vollständig in Der-

matogen, Periblem und Plerom gegliedert hat, tritt er nunmehr in seine Function als Vegetationspunkt ein durch Bildung eines ersten Phylloms (Fig. 27). Dasselbe gleicht in seinem Bau den Stipulis, welche an der Basis der normal an der Stammspitze gebildeten Laubblätter hervortreten (cf. p. 9); es besitzt daher wie diese eine einfache Structur.

Fig. 27 ist dem Blattstiel von B. Helene Uhden entnommen; das erste Phyllom einer ungewöhnlich stark über das Niveau der Epidermis hervorgetretenen Knospe ist hier bereits weit entwickelt; die Bildung eines zweiten bereitet sich schon am Knospenscheitel vor. Fig. 28 zeigt ein Knöspchen von der Unterseite des Blattnerven mit zwei gleichmässig entwickelten Phyllomen, Fig. 26 ein eben solches noch etwas weiter vorgeschritten. Nachdem so mehrere dieser Vorblätter gebildet worden sind und die ganze junge Knospe inzwischen durch fernere Zellvermehrung sich noch weiter hervorgewölbt hat, erhält sie mit fortschreitender Erstarkung mehr und mehr den Charakter eines Vegetationskegels, wie er bei der betreffenden Art an der Stammspitze normal entwickelt ist: es werden nun Laubblätter mit je zwei Stipulis an ihrer Basis gebildet (cf. p. 9).

Doch schon wenn die Knospen in ihrer Entwicklung noch wenig vorgeschritten sind, etwa in dem Stadium, wo sie eben mit der Bildung der Phyllome begonnen haben, wird bereits eine engere Verbindung mit den übrigen Theilen des Blattes, von denen aus ja das Material zur Bildung neuer Zellen zugeführt werden muss, insbesondere mit dem zunächst gelegenen Gefässbündel angebahnt; bald nach erfolgter erster Anlage der Knospen in der Epidermis nimmt auch das unter der Epidermis gelegene Collenchym an ihrer Bildung insofern Antheil, als in ihm gleichfalls Theilungen auftreten. Sind die betreffenden Zellen dann weiterhin auch bereits mit Protoplasma angefüllt und in mehrfache Theilstücke zerfallen, so ist der Umfang der einzelnen Collenchymzellen noch an den für dieses Gewebe so charakteristischen Verdickungen der Ecken zu erkennen.

Es treten nun weiter auch in denjenigen Parenchymzellen des Füllgewebes, welche die Knospe von dem nächsten Fibrovasalstrang trennen, Theilungen und zwar im Allgemeinen parallel zu der Wachsthumsrichtung der Knospe auf. Jede der Parenchymzellen spaltet sich in eine ganze Anzahl von untereinander nahezu parallel angeordneten Theilzellen, welche somit mehr oder weniger senkrecht gegen die Peripherie des Blatttheils

— sei es am Stiel oder an der Spreite — sich ordnen. Vom zunächstliegenden Gefässbündel sieht man daher auf dem Querschnitt meist in ziemlich gerader Richtung, nicht selten jedoch auch (besonders bei den Knospen der Blattnerven) in einer sich hin- und herwindenden Linie die Züge dieser Theilzellen bis zur Knospenanlage an der Peripherie verlaufen, am ersten vergleichbar in ihrem ganzen Habitus denjenigen vom Stammscheitel auslaufenden Zellreihen, aus welchen die Fibrovasalstränge sich bilden. Ein Theil dieser aus dem Parenchym des Blattes erzeugten Zellen verwandelt sich dann weiter in sehr charakteristisch gestaltete, netzartig verdickte Leitbündelzellen, welche, an das Xylem des Stranges anschliessend, eine directe Verbindung zwischen diesem und der Knospe vermitteln, in welcher bei weiterer Entwicklung ihrerseits selbständig die Differenzirung von Gefässbündeln aus den äusseren Pleromschichten vor sich geht in ganz gleicher Weise, wie an jedem Stammscheitel. Diese knorriggewundenen Züge von Xylemzellen trafen wir schon früher in den dichten Nestern, welche gleich über der Schnittfläche des Blattstieles sich an dem eingepflanzten Blatte nach einiger Zeit aus den peripherischen Geweben desselben gebildet haben (S. 459).

Galt die bisherige Darstellung lediglich dem Entwicklungsgang der an den gesteckten Blättern entstehenden, also durch künstliche Bedingungen hervorgerufenen Knospen, so lässt sie sich jedoch ohne Weiteres auch auf die bei Beg. quadricolor beobachteten Adventivknospen ausdehnen, welche bereits an den mit dem Mutterstock noch in Zusammenhang befindlichen Blättern angetroffen wurden (S. 450). Dieselben stimmen in ihrer Entwicklungsgeschichte mit den aus gesteckten Blättern entstandenen Knospen eben durchaus überein.

Ja auch die früher beiläufig erwähnten Knospen (S. 451), welche bei Beg. phyllomaniaca in grosser Zahl am Stamm entspringen, haben, wie ich mich an Material aus dem Botanischen Garten zu Berlin überzeugen konnte, nicht aus inneren Gewebetheilen, sondern gleichfalls stets aus ganz peripherischen Zellen ihren Ursprung.[1])

Ueberall also, wo in dieser Pflanzenfamilie die Bildung der Adventivknospen verfolgt wurde, zeigen dieselben somit in der Hauptsache einen durchaus übereinstimmenden morphologischen

[1]) cf. H. Schacht, Lehrb. d. Anat. u. Phys. II, p. 574.

Charakter.[1]) In allen Fällen spielt die Epidermis eine gleich hervorragende Rolle.

Wir haben uns in vorstehender Betrachtung über die gesammten Regenerationserscheinungen, welche an den gesteckten Blättern der Begoniaceen auftreten, einen Ueberblick zu verschaffen gesucht: wir sahen, wie aus einem einzigen Blatte junge Sprosse in Mehrzahl sich entwickeln können; wie zahlreiche Adventivwurzeln aus denselben hervorbrechen, welche den erstarkenden Knospen die Nahrung aus dem Boden zuführen. Die Beobachtung der letzteren zeigte uns, dass sie an den mannigfachsten Stellen, am Blattstiel, auf der Ober- und Unterseite der Blattspreite auftreten können; die Verfolgung ihrer Entwicklung ergab in allen Fällen ihren exogenen Ursprung: die Epidermis selbst und die zunächst anstossenden Gewebetheile waren bei ihrer Bildung betheiligt.

Wäre nun in allen Fällen der histologische Ursprung das entscheidende Kriterium für den morphologischen Werth eines Gebildes, wie dies von mancher Seite vertreten wird, so müsste man ja fast die geschilderten Knospen der Begoniaceenblätter eben ihres Ursprungs aus der Epidermis halber für Trichome erklären. Man sieht, wie wenig stichhaltig jene Betrachtungsweise ist.

III. Literaturübersicht blattbürtiger Adventivknospen.

Es dürfte von Interesse sein, nunmehr dasjenige kurz zusammenzustellen, was überhaupt bis jetzt nach den in der Literatur vorliegenden Notizen bei anderen Gefässpflanzen über das Auftreten und die Bildung von Adventivknospen an Blättern bekannt ist.

---

[1]) Für die Adventivknospen von Beg. coriacea scheint Peter-Petershausen (l. c., p. 47) eine endogene Entstehung anzunehmen, er sagt: „Um die Stelle herum, wo sie (sc, die Knospe) die Blattoberfläche durchbricht, bildet sie eine Peridermaschicht.“ Obgleich ich nicht Gelegenheit hatte, die Knospen dieser Art zu untersuchen, muss ich doch nach allen von mir gemachten Erfahrungen vorläufig die Richtigkeit dieser Angabe bezweifeln.

Wir werden der Uebersichtlichkeit halber unterscheiden zwischen denjenigen Fällen, wo Pflanzen an ihren Blättern bereits Knospen erzeugen, so lange diese selbst noch mit der Mutterpflanze in Zusammenhang stehen und andererseits solchen, bei welchen die Knospenbildung erst statt hat, nachdem die Blätter gleich den Begonienblättern abgeschnitten und unter günstigen Bedingungen cultivirt worden sind.

A. Natürlich an Blättern auftretende Adventivknospen.

1. Gefässkryptogamen.

Sehr bekannte Beispiele liefern die Farne, wo bei einer Anzahl von Arten Adventivknospen beobachtet sind; sie entspringen theils aus dem Stiel (Asplenium filix femina; Aspidium filix mas; Pteris aquilina), theils aus der Spreite des Wedels und zwar in den Achseln der Lacinien bei Asplenium decussatum, Asplenium Bellangeri, Aspl. caudatum, Ceratopteris thalictroides.[1]) Dieselben sind nach Hofmeister[2]) in allen diesen Fällen exogenen Ursprungs. Auch Asplenium bulbiferum, Dryopteris palmata, Diplazium proliferum, Hemionitis palmata[3]); ferner Diplazium celtidifolium, Gymnogramme Linkiana und Woodwardia radicans[4]) werden unter den viviparen oder proliferirenden Farnen aufgeführt. Bei einigen Farnen bilden sich die Knospen auf der rankenförmig verlängerten Spitze der Blätter, wie bei Chrysodium flagelliferum, Chr. repandum Mtt., Asplen. flabellifolium u. flabellatum var. cryptopteron Kz. u. a. m.[5])

---

[1]) Sachs, Lehrb., III. Aufl., p. 157. Gegen die Auffassung der am Wedelstiel auftretenden Knospen als „Adventivknospen" (Hofmeister) hat jedoch Mettenius Einspruch erhoben (Abh. der math.-physik. Classe d. Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. Bd. V, 1861. G. Mettenius, Ueber Seitenknospen bei Farnen).

[2]) Hofmeister, Beitr. zur Kenntn. der Gefässkryptog. II, 1857.

[3]) Siehe Neumann, Kunst der Pflanzenvermehrung ed. Hartwig, Weimar 1870, p. 36.

[4]) E. Regel, Allgem. Gartenbuch I, Die Pflanze und ihr Leben, p. 321; Woodwardia, auch bei Lindley, Theorie der Gartenkunst, übers. v. Treviranus 1850, p. 226.

[5]) Al. Braun, Polyembryonie und Keimung von Coelebogyne, p. 183.

2. Phanerogamen.

a) Monocotyledonen.

Bei Atherurus ternatus, einer javanischen Aroidee, entspringen am Blattstiel endogen angelegte Adventivwurzeln. Peter-Petershausen [1]) hat ihre Entwicklung beschrieben:

„Am Blattstiel des noch in der Entwicklung begriffenen Blattes lässt sich stets, und zwar an seiner oberen Hälfte, eine kleine Anschwellung beobachten, die allmählich stärker wird, bis endlich ein weisses zugespitztes Höckerchen an dieser Stelle, dem oberen Ende der Blattstielscheide, hervortritt. Der Blattstieltheil oberhalb des Höckerchens, welcher im Verhältniss zu dem unteren Scheidentheil nur kurz war, hat sich inzwischen bedeutend verlängert, auch sind die Blättchen an seiner Spitze mehr entfaltet, die Längenausdehnung der eigentlichen Scheide war dagegen nur gering. Seinen Ursprung nimmt das Höckerchen am obern Ende der cylinderförmigen Röhre auf dem hier nahe unter der Oberfläche verlaufenden Gefässen, woselbst kleine, später Stärkekörnchen enthaltende Zellen auftreten. Sie bilden, indem sie sich durch Theilung vermehren, die Form eines kegelförmigen, an der Spitze abgerundeten Wärzchens, welches in die Röhre hineinragt. Um dieses erhebt sich alsdann ein ringförmiger Wulst, der sich allmählich weit über ihm ausdehnt und endlich fast schliesst. Zugleich dehnt sich das Parenchym unterhalb dieser ersten Blattanlage fortwährend durch Wachsthum seiner Zelle aus. Eine neue Blattanlage geht wie die vorige aus der Erhebung eines ringförmigen Wulstes, der den Vegetationskegel fast ganz umgibt, hervor, bildet aber an ihrer Spitze mehrere höckerförmige Wärzchen, die der älteren Blattanlage fehlen, als Anlagen der Blättchen aus. Die Anschwellung des Blattstiels an der Stelle, wo sich das Höckerchen entwickelt, ist jetzt schon sehr merklich, bald erscheint auch die Spitze des Höckerchens deutlich zwischen den beiden Rändern der Scheide. Auf den am Grunde des zu einem Knöllchen sich verdickenden Höckerchens verlaufenden Gefässbündeln des Blattstiels entstehen jetzt neue Gefässe, durchsetzen das Parenchym des Knöllchens und treten in das Zellgewebe seiner Blattanlagen ein. Allmählich dehnt sich nun das Parenchym des Knöllchens weiter im Innern des Blattstiels aus, umschliesst auch die nächstliegenden Gefässbündel und grenzt sich gegen das

[1]) l. c., p. 43.

Parenchym des Blattstiels durch eine kleinzellige Zellenschicht, die auch unter die Oberhaut des Knöllchens sich fortsetzt, ab."

Bei Liliaceen auftretende Blattknospen finde ich erwähnt bei Hyacinthus Pouzolsii.[1]) [Ausserdem traf Hedwig die Blätter einer Kaiserkrone (Fritillaria imperialis), welche man in eine Pflanzenpresse gebracht hatte, an ihrer Oberfläche Zwiebeln austreibend. Dasselbe beobachtete Turpin (Annal. des scienc. nat. XXV) an Ornithogalum thyrsoides.][2])

In derselben Familie bildet sich bei einer afrikanischen Drimia „constant unter der ein wenig zusammengezogenen Spitze auf der Blattoberseite eine Knospe, die sich bald zu einer kleinen Zwiebel entwickelt und beim Welken des Blattes auf den Boden gelangt, dort kräftig wurzelt und zu einer neuen Pflanze auswächst."[3])

Schliesslich liefert auch die Familie der Orchideen in Malaxis paludosa ein bekanntes Beispiel, indem die Blätter dieser Art „an ihrem Vordertheil kleine Knospen abstossen."[4])

b) Dicotyledonen.

In dieser Abtheilung des Pflanzenreichs sind die beobachteten Fälle von Knospen, die an Blättern auftreten, noch zahlreicher. Schon lange bekannt sind blattbürtige Sprosse bei verschiedenen Arten der Gattung Cardamine[5]), vorzüglich bei Cardamine pratensis; sie treten hier auf den Fiederblättchen an den Blattnerven hervor; löst das Blatt sich ab, so wachsen sie zu selbständigen Pflänzchen heran. Ebenso liegt für Cardamine hirsuta eine Beobachtung von Ed. Regel vor[6]): „An einem im Warmhaus zufällig gekeimten Exemplar trug jedes Blatt unmittel-

---

[1]) Döll, Flora von Baden, p. 348.

[2]) Citirt von Lindley, l. c., Cap. XIII., Fortpflanz. durch Blätter, p. 226.

[3]) P. Magnus, Bot. Verein der Prov. Brandenburg, 1873 (30. Mai), p. 7. Magnus vergleicht hier diese Knospenbildung mit der von Hordeum Aegiceros Royle, wo im Grunde der kapuzenförmigen Aussackung unterhalb der Spitze der äussern Deckspelze eine Knospe entspringt, die sich zu einer mehr oder minder vollkommenen Blüthe entwickelt; und ferner mit den Knospen einiger Farne (Chrysodium u. s. w.).

[4]) Lindley, l. c., p. 64; E. Regel, Allg. Gartenbuch I, p. 322 u. a. A., zuletzt Dickie, cf. Bot. Jahresbericht 1873, p. 235 und 1874, p. 537.

[5]) Bot. Zeitung, 1873, p. 62 9 ff.; schon von Joh. Naumburg und Henry Cassini beobachtet. Lindley, l. c., p. 326. cf. Ascherson, Ueber eine biologische Eigenthümlichkeit der Cardamine pratensis 1873; Bot. Zeitung 1874, p. 621 ff.

[6]) Allg. Gartenbuch I, p. 322 u. 323.

bar am Grunde des Spitzenblattes auf der oberen Seite des Blattstieles ein Knöspchen; es enstand zunächst ein zelliges Knötchen; dieses wächst dann gleichzeitig nach unten in ein junges erstes Blättchen, nach oben in ein Würzelchen aus; dieses krümmt sich bald um und entwickelt sich rasch. Das anfangs nach unten gerichtete Blättchen erhebt sich, und am Grunde desselben entstehen an der wachsenden Spitze des Knöspchens neue Blätter und aus dem neuen Achsengebilde entstehen seitlich neue Nebenwurzeln.“ .

[Von einer anderen Crucifere, der Brunnenkresse, berichtet Turpin [1]), was ich gleich hier anfüge, „dass schwimmende Blattstücke derselben, welche eine Phryganea für ihr Gehäuse abbeisst, unmittelbar von ihrer Basis, unterhalb des gemeinsamen Blattstiels zuerst zwei oder drei farblose Wurzeln treiben und dann aus ihrer Mitte eine kleine kegelförmige grüne Knospe“.]

Andere Beispiele, über welche nähere Angaben, die Entwicklung oder die Art der Anlage betreffend, nicht vorliegen, sind ausserdem Tellima grandiflora (Saxifrageae), welche bisweilen aus dem Rande der Blätter Knospen treibt. [2]) Auch Brassica oleracea und Ranunculus bulbosus werden als Blattknospen bildend aufgeführt. [3])

Bei Chelidonium majus L. var. laciniatum sind von Bernhardi mehrblüthige Blüthenzweige beobachtet, welche aus den Blättern ohne alle vorausgehende Laubblätter hervorsprossen. [4])

An Levisticum officinale Koch fand Al. Braun [5]) mehrfach an der Theilungsstelle der oberen Blätter einen oder häufiger zwei Sprosse, welche nach wenigen kümmerlichen Blättern eine kleine Blüthendolde trugen. — P. Magnus [6]) beobachtete 1872 ein Exemplar von Siegesbeckia iberica Willd., welches auf der Mitte der Blattstiele seiner unteren langgestielten Blätter kleine Häufchen von Adventivknospen trug, die sich zu Blüthen entwickelt hatten.

Bei der Gattung Utricularia erwähnt Pringsheim [7]) das

[1]) Lindley, l. c., p. 226.
[2]) Ebendas., p. 64.
[3]) In Ed. Regel's Gartenbuch, p. 322.
[4]) Al. Braun, Pflanzenindividuum, p. 76.
[5]) Ebendas., p. 60.
[6]) Bot. Verein für Brandenburg 1873, p. 7.
[7]) Morphologie der Gattung Utricularia in d. Monatsber. der. k. Akad. der Wiss. zu Berlin, Februar 1869.

Auftreten kümmerlicher Blattsprosse, welche exogen in der Nähe des Winkels der oberen Blattabschnitte entstehen.

Unter den Crassulaceen endlich zeigen Calanchoe pinnata, Pers.[1]) (oder Bryophyllum pinnatum Salisb.) und Bryophyllum calycinum[2]) nicht selten Knospen in den Blattkerben; letztere Pflanze zumal ist ein sehr bekanntes und häufig citirtes Beispiel für die Adventivknospenbildung aus Blättern; bei ihr entstehen nach Hofmeister[3]) „die Knospen in den Blattrandkerben schon vor völliger Entfaltung des Blattes als kleine Massen von Urparenchym in den tiefsten Stellen der Blattschnitte.“[4])

B. Künstlich aus Blättern erzeugte Adventivknospen.

In directer Beziehung zu den von uns geschilderten Adventivknospen der Begonien stehen diejenigen Knospenbildungen, welche an gesteckten, also von der Mutterpflanze abgetrennten Blättern erzielt werden.

Während bei vielen Phanerogamen ausgewachsene Blätter, abgeschnitten und gleich einem gewöhnlichen Zweigsteckling behandelt, zwar an der Schnittfläche Wurzeln hervorzutreiben und lange Zeit hindurch sich selbständig zu ernähren vermögen, wie Clianthus puniceus[5]), Hoya[6]) und Ligeria Donkelari (Bastard von Gesneria discolor und G. rubra (Ligeria)[7]) zeigen, so pflanzen sich dieselben doch nur bei einer sehr beschränkten Anzahl

---

[1]) Adventivknospen von Calliopsis tinctoria in den Abh. des Bot. Vereins der Prov. Brandenburg 1870; E. Regel's Gartenflora 1868, Bd. XVII, p. 200.

[2]) Sachs III, p. 157; Seubert Lehrbuch; Al. Braun Pflanzenindiv., p. 76; Descaisne et Maoût Einleitung, und zahlreiche gärtnerische Schriften, z. B. Regel's Gartenbuch, p. 321 (mit Abbildung).

[3]) Hofmeister, Allg. Morphol, 422 u. 423.

[4]) Die Knospen treten nicht immer schon an den noch an der Mutterpflanze befindlichen Blättern auf, können dann aber aus jedem einzelnen gesteckten Blatte erhalten werden (cf. unten S. 485). Kürzlich ist über diesen Gegenstand eine specielle Arbeit erschienen (Hermann Berge, Entwicklung von Bryophyllum calycinum I. Theil, Dissertation, Zürich 1876), doch fehlen leider noch die Abbildungen zu der daselbst gegebenen Schilderung. (Nachträgl. Bemerkung.)

[5]) Vergl. Regel's Gartenbuch, p. 351. Eigenthümlich ist, dass krautartige Blätter bisweilen das Ansehen von immergrünen erhalten, wie Knight an Mentha beobachtete (Lindley, l. c.).

[6]) A. Courtin, Die Pflanzenvermehrung, Stuttgart, p. 122.

[7]) Ebendas., p. 123.

der höheren Pflanzen selbständig durch Adventivknospen fort. Meist sind es nur dicke und fleischige, oder auch sehr vollsaftige, endlich lederartige, sehr resistente Blätter, welche sich zur Erzeugung von Knospen verwenden lassen.

Ueber die Art und Weise der Anlage und die Entwicklung derselben ist nur in den wenigsten Fällen etwas Näheres bekannt. Die hier gegebene Aufzählung der übrigens sehr zerstreuten Notizen möchte zu weiteren Beobachtungen in dieser Richtung anregen.

In der Abtheilung der Gefässkryptogamen sind es die Marattiaceen[1]), deren Vermehrung fast ausschliesslich durch Knospen geschieht, welche sich aus den fleischigen Stipulis entwickeln. Courtin[2]) gibt auch von Selaginella paradoxa(!) an, dass sie sich durch einzelne Blätter vermehren lasse. Unter den Monocotyledonen liegen, so weit mir bekannt geworden, nur aus der Familie der Liliaceen mehrere Beobachtungen vor. Nach verschiedenen Angaben[3]) können Aloë-Arten Knospen aus einzeln gesteckten Blättern entwickeln, besonders Arten der Abtheilung Gasteria. C. Bouché sah bei Hyacinthus corymbosus und Ornithogalum, dass junge Blatttriebe, welche halbdurchschnitten und mit Erde theilweise bedeckt wurden, an den Schnittflächen Knospen bildeten. Für Eucomis[4]) und Lachenalia (Liliaceen) wird von ihm das gleiche Verhalten constatirt, ja es wird die Vermuthung ausgesprochen, dass wohl alle zwiebeltragenden Liliaceen auf diesem Wege zu vermehren seien. (Vergl. auch Neumann, Pflanzenvermehrung, p. 38.) Neuerdings hat P. Magnus[5]) die Entwicklung derartiger Adventivknospen bei Hyacinthus orientalis, L. näher geschildert. Nachdem die Blätter eine Zeit lang in der Erde gesteckt haben, schwellen die Parenchymzellen der daselbst befindlichen Blatttheile durch Wachsthum an und theilen sich durch successive Zelltheilung in ein Fächerwerk von Zellen; meist beginnt dieses Wachsthum nebst Theilung in der zweiten oder dritten Zellenschicht von Aussen und geht dann erst auf die Epidermis über oder beginnt auch zuerst in der Epidermis und schreitet nach Innen fort. „Die

---

[1]) Sachs III. p. 157; Hofm., Beitr. zur Kenntn. d. Gefässkr. II, p. 656.

[2]) Pflanzenvermehrung, p. 122.

[3]) Gartenflora 1858, Bd. VII, p. 58; vergl. auch Neubert's Magazin 1859, p. 140.

[4]) Wird von Ed. Regel, Allg. Gartenbuch, p. 322 unter den Blattknospen entwickelnden Pflanzen ebenfalls mit aufgeführt.

[5]) Bot. Verein der Provinz Brandenburg, 30. Mai 1873, p. 6.

Schliesszellen der über die betheiligte Blattfläche zerstreuten Spaltöffnungen zeigen nie Wachsthum und Zelltheilung wie die umgebenden Zellen." Hierdurch, sowie durch das ungleiche Längenwachsthum der senkrecht nach Aussen hervortretenden Zellreihen werden zahlreiche tief gegen einander abgesetzte Hügel gebildet, deren oberer und äusserer Theil aus den schwach divergirenden Zellreihen, zu denen sich die Epidermiszellen entwickelt haben, gebildet ist. Aus den unteren dieser Hügel entstehen Wurzeln, deren Entwicklung Magnus nicht verfolgt hat; aus den oberen hingegen zahlreiche blattanlegende Knöspchen, die zu Brutzwiebelchen werden, zumal auf der Bauchseite des Blattes.[1]) Während der Bildung der Hügel haben sich auch die inneren Parenchymzellen in zahlreiche Zellen getheilt, die sich zu einem beträchtlichen Theil in spiralig bis ringförmig verdickte Leitbündelzellen umbilden; diese fliessen zu einem mannigfach knorrig gewundenen Gefässbündel zusammen, welches hie und da mit den Gefässbündeln des Blattes anastomosirt.

Wir sehen, diese Angaben, welche absichtlich zum Vergleich etwas eingehender citirt wurden, zeigen in manchen Punkten Analogieen mit den Begonienknospen: die Sprosse entstehen auch hier aus den durch Wachsthum und Theilungen umgewandelten peripherischen Zellen des Blattgewebes; aus den inneren Parenchymzellen bilden sich Gruppen von Leitbündelzellen.

In der Praxis der Gärtner längst bekannt ist die Erscheinung, welche ebenfalls an dieser Stelle Erwähnung finden mag, dass die Lilienarten sich durch einzelne Zwiebelschuppen vermehren lassen[2]), indem sich an der Basis der abgebrochenen Schuppen junge Zwiebeln bilden. Eine grössere Beschleunigung der Zwiebelbildung erfolgt nach C. Bouché, wenn man die Schuppen schon im Sommer nach dem Abblühen des Stengels abbricht und an einem trockenen, aber schattigen Orte bis zum Herbst aufbewahrt, bis wohin schon eine Menge Zwiebelchen sichtbar sind, die in's freie Land etwa zwei Zoll tief eingepflanzt im nächsten Frühjahr Blätter treiben. Im Herbst abgenommene Schuppen erzeugen hingegen die Zwiebelchen erst im folgenden Jahr.

Ausserdem treten z. B. bei Lilium auratum an den Schuppen der Mutterzwiebel, während der Schaft austreibt, auf

---

[1]) Ueber Anlage des ersten Blattes u. s. m., s. Magnus, l. c., p. 7.

[2]) C. Bouché in Neubert's Magazin, Bd. I, p. 125. Neumann, Pflanzenvermehrung, p. 38 (Lilium japonicum). Vergleiche Regel's Gartenflora, 1858, Bd. VII, p. 58.

deren innerer Oberfläche kleine Zwiebeln auf. An genannter Art hatte ich vorigen Winter 1874/75 Gelegenheit, diese Gebilde zu beobachten:

Eine einzige aus der Zwiebel des schon keimenden Triebes ausgelöste Schuppe war mit einer ganzen Anzahl meist dicht am Rande, doch einzeln auch aus der Mitte der Schuppe entspringender Zwiebelchen besetzt. Querschnitte, durch eine solche Schuppe an den geeigneten Stellen geführt, ergaben auch hier einen durchaus oberflächlichen Ursprung der Knospen: nur die Epidermis und einige wenige an sie anschliessende Parenchymzellen hatten sich bei der Bildung der Knospe betheiligt; von einer engern Verbindung derselben mit dem zunächstliegenden sehr rudimentären Gefässbündel war nichts zu bemerken; dagegen hatte sich im Plerom der schon älteren Knospe eine compacte Masse von spiralig verdickten Leitbündelzellen gebildet. Ganz junge Entwicklungszustände waren zwar an den mir gerade zu Gebote stehenden beiden Schuppen nicht aufzufinden, aber auch die untersuchten älteren Knospen gaben ganz sichere Anhaltspunkte für die angegebene Bildungsweise. Wir hätten somit in derselben wiederum einen Fall ganz exogener Entstehung von Knospen aus einem Blattgebilde.

Unter den Dicotyledonen sind es ausser den Begonien hauptsächlich Pflanzen aus den Familien der Crassulaceen und der Gesneriaceen, welche der Fortpflanzung durch Blattstecklinge fähig sind; ihnen schliessen sich noch vereinzelte Vertreter anderer Familien an.

Von Crassulaceen sind ausser dem schon oben berührten Bryophyllum calycinum und pinnatum noch namhaft zu machen die Gattungen Crassula[1]), Cotyledon[2]), Echeveria[3]), Sedum[4]); ebenso bildet Rochea falcata an der Unterseite der Blätter Adventivknospen.[5]) Die Knospen treten bei Arten von Crassula meist schon nach kurzer Zeit am unteren Blattende an der Abtrennungsfläche hervor, ohne einen sehr merklichen Callus zu entwickeln. Sehr bekannt und schon längst in

---

[1]) Regel, Allg. Gartenbuch, p. 330 (neben Echeveria).

[2]) C. Bouché in der Handbibliothek für Gärtner von Lenné etc. I, p. 35 (neben Crassula).

[3]) A. F. Lenz, Zierpflanzen unserer Zimmer und Pflanzenhäuser, p. 92 (ebenda auch Crassula).

[4]) Courtin, Pflanzenvermehrung, p. 122.

[5]) Lindley, l. c., p. 225.

der gärtnerischen Praxis zur Vermehrung verwandt, ist die Knospenbildung bei vielen Gesneriaceen. Besonders die Gloxinien werden als typisches Beispiel der Entstehung von Adventivknospen aus Blättern angeführt[1]; neben ihnen Achimenes[2] Columnea[3]), Chirita sinensis.[4])

An einem solchen gesteckten Gloxinienblatt bildet sich an der Schnittfläche des Stieles allmählich ein beträchtlicher über dieselbe hervortretender Callus, welcher sich bis zu einem haselnussgrossen Knollen entwickelt. Hatte man die Blattrippen der Lamina geritzt, so tritt an den angeschnittenen Stellen ebenfalls Callusgewebe auf. Zahlreiche feine Würzelchen bedecken die gebildete Knolle. „Diese verhält sich[5]) anfänglich durchaus wie eine wahre Wurzel, indem sie keine Spur einer Knospe in der gleichen Vegetationsperiode zeigt. Erst wenn das Blatt, was dieselbe erzeugt hat, abgestorben ist und die Knolle unter dem Einflusse von Trockenheit eine Zeit lang geruht hat, da bildet sich im nächsten Frühling auf ihrer Spitze eine Adventivknospe. Diese Eigenthümlichkeit zeigt der grösste Theil der Gesneriaceen, namentlich die Gloxinien, Gesnerien u. s. w.“ Auch bei den Gloxinien genügen schon Theile eines Blattes zur Erzielung von Knospen. Diesen Beispielen schliessen sich noch einige isolirte Notizen von anderen Dicotyledonen an.

Vom Portulak[6]) erwähnt Flourens einen Fall, wo das Blatt, in drei Portionen getheilt, ebenso viele neue Pflanzen bildete.

Morren führt ferner den Orangenbaum, die Aucuba (Caprifoliaceen) und den Feigenbaum als andere Beispiele von Gewächsen auf, die sich durch Blätter vermehren lassen.[7])

---

[1]) E. Regel, Allgemeines Gartenbuch. H. Jäger, Zimmer- und Hausgärtnerei, 1870, p. 204. Ueber das Verfahren vergl. Neubert's Magazin, 1852, p. 376, 1854, p. 39. Ferner Gartenflora, Bd. I, 1852 p. 38, Bd. IV, 1855, p. 57; Handbibliothek für Gärtner, Bd. X, 250. Illustr. Gartenzeitung, Bd. VII, p. 21. H. Schacht, Anat. u. Phys. d. Gew. II. Th., p. 12 u. p. 134.

[2]) Neumann, Pflanzenvermehrung, p. 36.

[3]) Courtin, l. c., p. 122.

[4]) Neubert's Magazin, 1854, p. 39.

[5]) Ed. Regel, Die Pflanze und ihr Leben, p. 351. Die bei vielen Gesneriaceen (Gesneria, Achimenes, Tydaea etc.) mit Erfolg benutzte Vermehrungsmethode aus den Schuppen der Knollen und Rhizome gehört nicht hierher, da sich mit der Schuppe die schon am Rhizom angelegte Achselknospe mit loslöst (Neumann, Pflanzenverm., p. 39).

[6]) Lindley, p. 225.

[7]) In Morren's Uebersetzung von Lindley's Umriss der ersten Anfangsgründe der Gartencultur, s. Lindley, l. c., p. 225.

Aug. St. Hilaire erwähnt einen Fall, wo von den Blattfragmenten einer Theophrasta[1]) Blattknospen erzeugt wurden, sowie eines anderen von jungen Droseren, welche aus den Blättern von Drosera intermedia hervorgebracht waren.[2])

Auch bei einer anderen Droseracee, der Dionaea muscipula, hat man Pflanzen aus Blättern erzielt.[3])

Ausser den hier namhaft gemachten Fällen ist noch, so weit mir bekannt geworden, bei folgenden die Vermehrung durch gesteckte Blätter geglückt:

Nach Neumann (Pflanzenverm. 36 u. 37) bei Peperomia (Piperac.), selbst bei Pelargonien, Camellien und Rosen.

Nach Courtin (Pflanzenvermehrung, p. 122) bei Brexia (Aquifoliac.), Clavija (Myrtin.), Francoa (Dilleniac.), Streptocarpus (Bignoniac. Lindl.; eine andere durch Blätter vermehrbare Bignoniacee ist Aeschinanthus, Regel's Gartenflora), und bei Leptandra bicolor (Gesneriac. Endl.), Phyllagathis rotundifolia (Melastomac.) und diverse Arten von Bertolonia (Melastomac.).

Schon aus diesen Angaben, welche uns über die Bildung der an Blättern entstehenden Knospen bei sehr verschiedenen Pflanzenarten vorliegen, ist zu entnehmen, dass unter der Mannigfaltigkeit dieser Gebilde manche Analogien für die bei den Begonien geschilderte Entwicklung der Adventivsprosse existiren und sich bei weiterer Untersuchung wahrscheinlich auch noch in manchen Fällen herausstellen werden.

Vor Allem muss aber ein in der Literatur vorliegender Fall von Adventivknospenbildung aus dem Stamme erwähnt werden, obwohl alle derartigen Knospen, welche an Stengeln, am hypocotylen Gliede der Keimpflanzen, sowie an Wurzeln sich bilden, als nicht hierher gehörig, geflissentlich nicht berücksichtigt wurden. Es sind dies die von Al. Braun geschilderten und von P. Magnus anatomisch untersuchten sehr merkwürdigen Adventivknospen, die am Stengel und den Blüthenstielen von Calliopsis tinctoria meist in grosser Anzahl als eine „erblich gewordene Mon-

[1]) Dasselbe bei Noisette, Handbuch der Gartenkunde, 1827, I, 2. Theil, p. 182. Metzger (Gartenbuch) erwähnt neben Ficus noch Xylophylla (Euphorb.).

[2]) Lindley, l. c., p. 226. Nach Neumann (l. c., p. 37) liefern mehrere Theophrastenarten Knospen und Wurzeln aus zerschnittenen Blättern.

[3]) Regel's Gartenflora, Bd. X, 1861, p. 361.

strosität" auftreten.[1]) Nach Magnus entstehen dieselben als völlig oberflächliche Sprossungen; auch hier geht die Stammepidermis unmittelbar auf die Knospen über. In der primären Rinde bilden sich Gefässbündel, aus Längstheilungen des Rindenparenchyms hervorgehend; sie laufen oft ziemliche Strecken in der primären Rinde parallel den Längslinien, in welchen die adventiven Sprosse auftreten. Von ihnen aus entsteht das Gefässbündelsystem der Knospe durch lebhafte Längstheilung von Parenchymzellen parallel zur Wachsthumsrichtung der Knospe.[2])

Zusammenfassung der hauptsächlichsten Ergebnisse über die Regenerationserscheinungen der Begoniaceen-Laubblätter nebst einigen gleichzeitigen Beobachtungen.

I. („Callus").

1) Die Epidermis erzeugt in der Nähe der Schnittflächen, sowohl am Blattstiel als an den durchschnittenen Stellen der Spreite zahlreiche wurzelhaarähnliche Trichome.

2) Bei der an den genannten Stellen sich bildenden Anschwellung der Blattgewebe sind betheiligt die Epidermis, das Collenchym, zahlreiche Zellen des Parenchyms und die Cambialzone der Fibrovasalstränge.

3) Es bilden sich im Gewebe des Blattstiels und der Nerven procambiale Züge (besonders zwischen den peripherischen Strängen), welche sich zum Theil in schraubenförmig verdickte Leitbündelzellen umwandeln.

II. (Wurzeln).

4) Die Begoniaceenwurzel zeigt an ihrem Vegetationskegel den bei den Phanerogamen am häufigsten angetroffenen Wachs-

---

[1]) Abh. des naturf. Vereins der Prov. Brandenburg, 1870, p. 157 ff. Zuweilen treten die Sprosse jedoch auch auf die Blätter über, l. c., p. 154.

[2]) Eine Stelle in E. Regel's „Die Pflanze und ihr Leben", p. 320: „Treten diese (sc, Adventivknospen) an ausdauernden Achsen auf, so entspringen sie aus dem oberflächlich liegenden Zellgewebe und an älteren Stämmen aus den Markstrahlen" (specielle Angaben sind nicht gemacht), legt die Vermuthung nahe, dass die exogene Bildung von Adventivknospen auch an Stämmen eine grössere Verbreitung besitze.

thumstypus: sie wächst mit drei Histogenen (Plerom, Periblem, Dermatogen); das Dermatogen bildet durch tangentiale Theilungen die Schichten der Wurzelhaube.

5) Die Adventivwurzeln entstehen a) am Blattstiel und zwar je nach der Art entweder nur dicht an der Schnittfläche, oder höher hinauf; b) an den durchschnittenen Stellen der Blattnerven; hier treten sie meist unten oder an der Seite, bisweilen (Beg. Helene Uhden) auch oben hervor.

6) Ihre Anlage erfolgt endogen seitlich an einem der dem peripherischen Kreise angehörigen Gefässbündel, und zwar in dessen Cambialregion unter Betheiligung der das Bündel gegen das übrige Parenchym abgrenzenden Zellschicht.

7) In dem zuerst gebildeten Complex primärer Zellen treten Dermatogen und Periblem als differenzirte Histogene nicht eher hervor, als auch die Plerominitialen als solche unterschieden werden können.

8) Bei den Zweigstecklingen der aufrechten Arten (z. B. Beg. argyrostigma) werden neben den zahlreichen Wurzeln, welche aus den Gefässbündeln entstehen, auch solche allein aus dem Interfascicularcambium gebildet.

9) Die Anlage der Adventivwurzeln an den Stengelknoten von Veronica Beccabunga L. und Lysimachia Nummularia geschieht vor den Gefässbündeln in der „Strangscheide" und einer unter dieser (dem Pericambium der Nebenwurzeln vergleichbaren) Zellreihe.

Bei Hedera Helix L. hingegen bilden sie sich an der Seite eines Fibrovasalbündels aus dem Cambium und den an dieses stossenden Parenchymzellen.

III. (Adventivknospen).

10) Die Adventivknospen treten bei den meisten grossblättrigen Begonien auf am Blattstiel über dem Schnitt und an der Spreite, hier sowohl an der Stelle, wo der Stiel in die Laminanerven ausstrahlt, als auch an den durchschnittenen Stellen der letzteren, auf ihrer Ober- und Unterseite.

11) Bei Beg. quadricolor finden sich bisweilen die Knospen schon an den mit der Mutterpflanze noch zusammenhängenden Blättern auf der Oberseite der Blattrippen zerstreut.

12) Die Anlage sämmtlicher beobachteter Knospen war niemals endogen, vielmehr stets exogen.

13) Die ersten Schritte zur Knospenbildung beginnen in der Epidermis. Es füllen sich entweder zunächst eine oder gleichmässig mehrere (2—3) Epidermiszellen mit Protoplasma und zerfallen in zahlreiche Theilzellen.

14) Die Betheiligung an dem Aufbau der Knospe schreitet von dem ersten Bildungsheerde centrifugal fort und dehnt sich auf die umgebenden Epidermiszellen aus; unter den Histogenen des sich bildenden Folgemeristems bildet sich zuerst eine peripherische Schicht zum Dermatogen, hierauf aus den weiter nach Innen gelegenen Theilzellen Periblem und Plerom.

15) Ausser der Epidermis treten nunmehr auch in tiefer gelegenen Zellen Theilungen ein, zunächst im Collenchym, weiter auch in den Parenchymzellen, welche die junge Knospe vom nächsten Gefässbündel trennen. Die Knospe ist sodann mit letzterem durch procambiale Züge verbunden, deren Theilzellen sich später zum Theil in unregelmässig gestaltete Xylemzellen umwandeln (vergl. 3).

16) In den Zellen der Histogene beginnt im neugebildeten Vegetationspunkt nunmehr die Anlage von Phyllomen.

17) Die ersten gebildeten Blätter zeigen einen ähnlichen Bau, wie die zwei Stipulae an der Basis jedes Laubblattes; mit weiterer Erstarkung erhält die Knospe den nämlichen Charakter, wie die jüngsten Theile der Stammspitze der gleichen Art.

18) Auch die Adventivknospen von Beg. quadricolor (cf. 11) zeigen den gleichen exogenen Ursprung.

IV.

19) Die Zwiebelchen auf der Innenfläche der Schuppen von Lilium auratum entstehen ebenfalls aus ganz peripherischen Gewebetheilen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XV.

Fig. 1. Laubblatt einer Begoniacee (etwa B. Helene Uhden) (schematisch) nach eingetretener Knospenbildung. Aus dem Stiel treten zahlreiche Würzelchen (w) hervor, in der Nähe der Schnittfläche auch Knospen (kn_1). Letztere zeigen sich an der Spreite bei kn_2, wo die Nerven in die Lamina ausstrahlen, und an den zahlreichen durchschnittenen Stellen der einzelnen Blattnerven (kn_3).

Fig. 2. Querschnitt des Blattstiels von B. Helene Uhden, die Anordnung der Gewebe zeigend. ep Epidermis, coll Collenchym, gfb Gefässbündel.

Fig. 3. Querschnitt des Blattnerven. Bezeichnung ebenso.

Fig. 4. Stück eines Querschnitts von Beg. splendida argentea. Aus den Epidermiszellen der Unterseite des Blattnerven haben sich die „Pseudo-Wurzelhaare" (tr) gebildet.

Fig. 5—11. Adventivwurzeln.

Fig. 5. Querschnitt der Blattrippe von Beg. quadricolor mit einer nach unten durchbrechenden Wurzel (Adv.-Wz.) (etwas schematisch). Vergr. $^{80}/_1$. Phl Basttheil, Camb. Cambialzone, Xyl. Holztheil.

Fig. 6. Querschnitt des Blattstiels von Beg. Helene Uhden, hort. mit einer vollständig angelegten Wurzel (etwas schematisch) $^{80}/_1$.

Fig. 7. Wurzelanlage aus einem schwachen Strange des Blattstiels derselben Pflanze; das erzeugende Gefässbündel gfb. 2 ist mit dem nächstliegenden gfb. 1 in eine engere Verbindung getreten.

Fig. 8. Blattstielquerschnitt derselben Art, mit einer jüngeren Wurzelanlage. Die Histogene sind noch nicht deutlich zu unterscheiden. $^{220}/_1$.

Fig. 9. Ein schwächeres Bündel mit einer weiter vorgeschrittenen Wurzelanlage, welche die Differenzirung der Histogene zeigt. pli Plerominitialen, pbi Peribleminitialen, dt Dermatogen, Mp Markparenchym.

Taf. XVI.

Fig. 10. Junge Wurzelanlage (Wz.) aus dem Interfascicularcambium (Intf. Camb.) eines Zweigstecklings von Beg. argyrostigma (Querschnitt). Eine deutliche Differenzirung der Histogene ist noch nicht zu erkennen. Vergr. $^{220}/_1$.

Fig. 11. Veronica Beccabunga, Querschnitt des Stengels mit der jungen Anlage einer Adventivwurzel. R Parenchym des Rindenkörpers, M des centralen Markes, gs Gefässbündelscheide, π darunterliegende Zellenreihe, Phl. Phloem, cc Cambium, g Gefäss. $^{220}/_1$.

Fig. 12—28. Adventivknospen.

Fig. 12—17. Anlage der Adventivknospen in der Epidermis der Oberseite der Blattnerven von der Fläche gesehen. Dieselben sind ausser Fig. 17 (Beg. Rex) sämmtlich Beg. Helene Uhden entnommen.

Fig 12 u. 13. Epidermiszellen an der Grenze von Blattnerv und Mesophyll liegend. In Fig. 12 ist Zelle C bereits vielfach getheilt, neben ihr das drüsenartige Trichom tr; auch die C angrenzenden Zellen beginnen sich zu theilen. In Fig. 13 sind sofort 2 Epidermiszellen bei der Knospenanlage betheiligt.

Fig. 14—16. Epidermiszellen der Blattnervoberseite in der Nähe der Schnittfläche. Hier hat eine lebhafte Zelltheilung auch in solchen Zellen begonnen, welche bei der Knospenbildung zunächst nicht betheiligt sind. Der Umfang der ursprünglichen Epidermiszellen ist überall an der Stärke der Membran noch zu erkennen. In Fig. 14 ist die Knospenanlage noch fast ganz auf 1 Zelle (I) beschränkt, ebenso in Fig. 15, während in Fig. 16 sich 4 Epidermiszellen (I—IV) in nahezu gleichmässiger Weise an der Knospenbildung betheiligt haben.

Fig. 17. Epidermis der Blattoberseite von Beg. Rex, etwas seitlich von der Blattrippe. In Zelle I sind in der Ansicht von oben 6 Theilzellen gebildet; die umliegenden Zellen beginnen sich gleichfalls zu theilen.

Fig. 18—28. Adventivknospen auf Querschnitten der Blätter.

Fig. 18. Beg. Rex, Oberseite des Blattnervs, etwas seitlich von der mittleren Collenchymgruppe (coll) $^{200}/_{1}$.

Fig. 19 u. 20 vom Blattstiel der Beg. Helene Uhden $^{500}/_{1}$; in Fig. 19 ist die Knospenanlage vorzugsweise in Zelle B eingetreten, in Fig. 20 sind Zelle I und II gleichmässig betheiligt. Kn. Knospe, E. Epdermis, Coll. Collenchym.

Fig. 21. Nahezu entsprechende Stelle wie in Fig. 18 von Beg. Helene Uhden; an der Anlage sind 4 Epidermiszellen betheiligt.

Taf. XVII.

Fig. 22 u. 23. Knospenanlagen von Beg. Helene Uhden, ebenfalls von der Oberseite des Blattnerven; neben dem Scheitel der Anlage tritt das Trichom hervor (tr) $^{220}/_{1}$.

Fig. 24 u. 25. Beg. xanthina, Unterseite des Blattnerven, $^{500}/_{1}$.

Fig. 26—28. Weiter entwickelte Knospen von Beg. Helene Uhden. Fig. 26 ($^{120}/_{1}$) und Fig. 27 ($^{220}/_{1}$) dem Blattstiel, Fig. 28 ($^{220}/_{1}$) der Unterseite des Blattnervs entnommen.

Beiträge zur Anatomie der Echinodermen.

Von

Dr. Reinhold Teuscher.

Hierzu Tafel XVIII—XXII.

III. Asteridae.

Zur Untersuchung der Asteriden dienten mir zunächst eine Anzahl grosser und vollkommen erhaltener Exemplare von Asteropecten aurantiacus; zum Vergleich benutzte ich verschiedene andere Arten von Seesternen, die ich der Freigebigkeit der Herren Prof. Haeckel und Dr. G. v. Koch verdanke. Meine Schilderung bezieht sich überall, wo ich keinen andern Namen nenne, auf Asteropecten nur.

Ueber das Ambulacralgefässystem habe ich wenig zu sagen. Bei Betrachtung des Längsschnitts durch die Mitte des Anfangs des Strahls bei Fig. 2 fällt eine Eigenthümlichkeit in die Augen, die ich nur bei Asteropecten gefunden habe: die untern Ambulacralmuskeln uam verlaufen nämlich fast ganz im Innern des Ambulacralcanals, und dieser letztere bildet zwischen je zwei Muskeln eine Art Divertikel nach unten. Diese Anordnung erklärt es, warum bei fast allen Querschnitten der Ambulacralrinne, die den Muskel treffen, der Ambulacralcanal zweimal durchschnitten wird, einmal über und einmal unter dem Muskel dag Fig. 10.

Der Ambulacralmundring befindet sich nach innen von und dicht neben dem ersten Ambulacralmuskel, zwischen ihm und einem anderen sehr kräftigen Muskel, rm Fig. 2, welcher mit ihm rings um den Mund läuft und an jeden ersten Wirbel durch

ein starkes Band befestigt ist. Dass der betreffende Ring ein Muskel ist, lehrt die Betrachtung jedes Querschnitts desselben; er stimmt mit den Ambulacralmuskeln auf's vollkommenste im Baue überein. Er besteht, wie diese, aus einem Gerüst von bindegewebigen Blättern, welche, von einem im Innern liegenden Punkt nach der Peripherie auseinanderlaufend, in ihren mehr oder weniger dreieckigen Zwischenräumen die Muskelfasern enthalten; so entsteht bei beiden auf dem Durchschnitt eine sternförmige Figur. Die Zusammenziehungen dieses Muskels müssen die einzelnen Strahlen nach Innen ziehen und die Mundöffnung verengern. Offenbar ist unser Ringmuskel der „weisse Ring" Tiedemann's, in welchem dieser den Nervenring vermuthet; spätere Beobachter halten ihn für sehniger Natur und lassen ihn aus dem Längsseptum des Nervengefässes entstehen, mit welchem er aber, wie wir bald sehen werden, gar nicht in Berührung kommt.

Legt man den Stern bei abgenommener Rückendecke mit der Bauchseite nach unten, und denkt sich der Beobachter in die Mitte der Mundöffnung hinein, gerade vor dem Steincanal stehend, so sieht er gerade vor sich vom Mundrand zwei Gefässe aufsteigen, links den Anfang des Steincanals aus dem Ambulacralring, und rechts den Anfang des „schlauchförmigen Canals" aus dem Nervengefässring. Der Steincanal, nachdem er die Höhe der innern Fläche der untern Leibeswand erreicht hat, läuft auf dieser horizontal fort nach aussen, zwischen die beiden Schenkel des sichelförmigen Bandes eintretend, krümmt sich dann mit der Leibeswand in die Höhe und setzt sich an die Madreporenplatte fest. Seine Gestalt ist also S-förmig. Auf der von der Leibeswand abgewendete Seite trägt er der Länge nach eine rinnenförmige Vertiefung, in welcher sich zwei bindegewebige Blätter befestigen, welche jederseits von den beiden sichelförmigen Bändern entspringen. Fig. 5. Von ihnen wird der Steincanal dicht umhüllt, und während der innere Theil des Zwischenraums der sichelförmigen Bänder eine offene, mit der Leibeshöhle frei communicirende Höhlung bildet, stellt der äussere sc Theil desselben einen geschlossenen Schlauch dar, dessen eines Ende sich rings um die Madreporenplatte befestigt, während das andere bald nach seinem Austritt aus der Höhlung der sichelförmigen Bänder sich von dem Steinkanal trennt und als besonderes Gefäss rechts von demselben vor dem Mundringmuskel herabsteigt und nach Durchbohrung der Mundhaut in den Nervengefässring mündet. sc Fig. 16. Gerade an dieser Einmündungsstelle befestigt sich in diesem der

dünne Stiel des sogenannten Herzens, hz Fig. 16, welches, von da in dem schlauchförmigen Canal aufwärts steigend, unter dem Anfang des Steincanals weggeht, worauf es dessen linker Seite seiner Länge nach anliegt und, nach oben sich wieder verschmälernd in die vorragende Spitze des linken sichelförmigen Bandes sich befestigt. Dasselbe stellt ein flaches häutiges Gebilde dar, dessen einer, freier, Rand etwas verdickt ist; der andere Rand ist seiner ganzen Länge nach in der erwähnten rinnenartigen dorsalen Vertiefung des Steincanals befestigt. Ich muss später hierauf zurückkommen.

Von dem Steincanal ist bekannt, dass er aus mehreren röhrenförmig nach innen gekrümmten Kalkstücken besteht; Fig. 3 stellt einen Querschliff desselben dar. Den Kalktheilen liegen im Innern zwei Gewebsschichten auf: zuerst eine hyaline Schicht, welche zahlreiche längliche stäbchenartige Körper enthält, alle mit der Längsaxe senkrecht stehend; die innerste Schicht ist das Flimmerepithelium. Die Canäle der Madreporenplatte sind mit denselben beiden Gewebsschichten ausgekleidet.

Ueber den histologischen Bau der Saugfüsschen haben in neuerer Zeit zwei Forscher kurze Beschreibungen gegeben, R. Greeff in den Marburger Sitzungsberichten 1871 und 72 und C. K. Hoffmann in dem Niederl. Arch. f. Zool. 1871. Die beiden Darstellungen weichen, in der Deutung wenigstens, bedeutend von einander ab und ich selbst muss noch eine dritte hinzufügen. Die Füsschen bestehen, von aussen nach innen, aus drei Schichten: der Haut-, der Bindegewebe- und der Muskelschicht. Die äusserste Schicht wird von den beiden genannten Beobachtern als „Nervenschicht“ bezeichnet und soll nach ihnen von dem Ambulacralnerven unmittelbar auf die Füsschen übergehen, sie äusserlich überall überziehen und histologisch mit der Nervensubstanz identisch sein. Bevor ich selbst den Nervenbau geschildert haben werde, kann ich auf einen Vergleich beider nicht eingehen, sondern beschränke mich für jetzt darauf, den Bau dessen, was ich Hautschicht nenne, genau zu schildern.

Die Fasern, aus denen sie der Hauptmasse nach besteht, entspringen aus der mittleren Schicht der Füsschen, der Bindegewebsschicht, und zwar büschelweis. Diese Büschel stehen in Längsreihen, welche nur am Ursprung der Füsschen nicht ganz deutlich sind. Die Fasern der Büschel legen sich bald nach allen Richtungen auseinander und bilden so ein verwirrtes Geflecht, dessen Zwischenräume mit einer blassen granulirten Sub-

stanz erfüllt sind. Die Fasern zertheilen sich vielfach und werden im Verhältniss dünner; in der Nähe der Peripherie angelangt, laufen sie im Allgemeinen gerade auf diese zu. Zwischen diesen transversalen Fasern findet sich längs der ganzen Aussenwandung eine Schicht von ovalen, gekernten Zellen, aus einer doppelten oder dreifachen Lage bestehend, zwischen denen und den Fasern ich keinerlei Verbindung bemerken konnte. Nach aussen folgt zuletzt die Cuticula. Fig. 6, 7, 8. Die Fasern sind nicht glatt und durchscheinend, sondern rauh und opak, am meisten so nach der Wurzel der Füsschen zu.

In der eben beschriebenen Schicht finden sich zahlreiche Drüsen zerstreut (hdr, Fig. 6), ob ein- oder mehrzellige, kann ich nicht entscheiden, da keine Kerne sichtbar waren. Sie stellen im Allgemeinen länglich ovale Körper dar, zahlreiche glänzende Körner enthaltend, welche nach den verschiedenen Gegenden einige Unterschiede zeigen. Am zahlreichsten und grössten sind sie an der Wurzel der Füsschen, ganz besonders an der Innenseite. Sie liegen dicht gedrängt unter der Cuticula, mit der Spitze dieser zugewendet, ohne dass ich aber Ausführungsgänge sichtbar machen konnte. Dort nehmen sie fast nur die Höhe der kreisförmigen Falten ein, welche die Füsschen umgeben; ihre Länge beträgt im Mittel 0,013, die Breite 0,009 M. und sehr häufig sieht man eine der Bindegewebsfasern sich an ihr hinteres Ende befestigen. Aber nicht nur der Cuticula anliegend findet man sie in dieser Gegend, sondern sie erfüllen stellenweis die ganze Dicke der Hautschicht. In Carmin färben sie sich sehr stark. Weiter nach der Mitte der Füsschen zu finde ich ähnliche Drüsen, aber von viel schlankerer Gestalt, ebenfalls die Höhe der Falten einnehmend. Sehr zahlreich kommen sie an der die Paxillen überziehenden Haut vor; ebenso bei Asteriscus verruculosus an der Sohle der Saugscheibe.

Die mittelste Gewebschicht der Saugfüsschen Fig. 6 besteht aus Bindegewebsfasern, und zwar ist sie dreifach: zwei Ringfaserlagen, von denen die eine, stärkere, innen, die andere, schwächere, bisweilen undeutliche, an der Aussenseite liegt: zwischen beiden liegen die Längsfasern, welche nach der Spitze zu vorwiegen. R. Greeff hält diese, übrigens nicht sehr deutlich gefaserte Schicht für Muskeln: ein Tropfen Essigsäure lässt alle Faserung sogleich verschwinden. Man sieht deutlich die Fasern der Haut aus denen der äusseren Bindegewebs-Querschicht entspringen. An einer, auch bisweilen an zwei Stellen jeden Quer-

schnitts sieht man die beiden Ringfaserlagen auseinander weichen und einen Raum von der Gestalt eines flachen Kreisabschnitts, mit der Convexität nach aussen, zwischen sich lassen, welcher, bisweilen leer, gewöhnlich Durchschnitte gröberer, etwas granulirter Fasern enthält, welche vielleicht Nervenfasern sind, bl Fig. 6. Wahrscheinlich stellt die Lücke selbst ein Blutgefäss dar; Greeff spricht von einem solchen, welches an einem nach innen vorspringenden Wulst seiner Nervenschicht (meiner Hautschicht) hinlaufe. Einen solchen Längswulst habe ich bei keinem der von mir untersuchten Seesterne wahrgenommen. Bei den Echinen sieht man etwas, das mit seiner Beschreibung Aehnlichkeit hat.

Nach innen folgt endlich die Muskelschicht des Füsschens. An der Innenseite der Bindegewebsringfasern finden sich der Länge der Füsschen nach dünne Bindegewebsblätter, wie die Blätter am Rücken eines Buches, angeheftet, welche wieder aus sehr dünnen querlaufenden Fasern bestehen. Unter einander sind diese Blätter nur lose befestigt und durch Zerzupfung eines Querschnitts leicht zu isoliren, ms Fig. 6. An ihnen entlang und zwar nur einseitig sind die Längsmuskelfasern angeheftet: lange, gleichbreite, parallel laufende Fasern von regelmässig ovalem Querschnitt von 0,005—6 M. Breite bei 0,003—4 M. Dicke, welche im Zustand der Contraction zickzackförmig angeordnet sind. Im Wesentlichen ebenso wie hier fand ich den Bau der Muskelschicht bei allen von mir untersuchten Asteriden, doch ist der Zusammenhang der Blätter meist fester, so besonders bei Asteracanthion, wo ausserdem, auffallender als bei andern Arten, der innere Längsrand derselben keine Muskeln trägt und, fest zusammengefügt, eine solide Bindegewebsschicht darstellt, deren Oberfläche dann, wie anderwärts, das Flimmerepithelium trägt.

Die Bindegewebsschicht der Füsschen ist gewissermassen das stützende Gerüst derselben; an den einfach zugespitzten Füsschen von Asteropecten erweitert sich nach der Spitze zu die Längsfaserschicht zu einem verdickten Ring, br Fig. 7, der hie und da Ausläufer nach aussen in die Haut entsendet. Um die Einstülpung des darüber stehenden Zipfels zu einem Saugnapf zu erklären, muss man annehmen, dass die innerste Lage der Längsmuskelschicht sich zuerst und unabhängig von den übrigen, zur Verkürzung des ganzen Füsschens dienenden, zusammenzieht, was ja bei der unabhängigen Lage der einzelnen Muskelfasern sehr leicht möglich ist. Die Saugscheiben bei den sie besitzenden Asteriden sind nur eine weitere Ausbildung dieser Einrichtung:

hier wird die Höhlung des beschriebenen Rings durch die Bindegewebsmasse ausgefüllt, und es entsteht eine Scheibe, auf deren Sohlenfläche die gewöhnliche Haut, nur etwas dicker und zahlreichere Zellen führend, aufliegt. Fig. 8. Auch hier müssen die innersten Muskeln zuerst wirken, um den Saugnapf zu erzeugen. C. K. Hoffmann hat beobachtet, dass die Füsschen am Ende jedes Strahles von Asteracanthion rubens keine Saugplatten tragen, sondern einfach zugespitzt sind: ich finde dasselbe bei allen mir vorliegenden Arten. Bei Luidia findet sich gewissermassen ein Mittelzustand zwischen den einfach zugespitzten Saugfüsschen und den mit Saugscheibe versehenen: bei ihr sieht man statt des einfachen bindegewebigen Rings von Asteropecten eine halbkugliche Masse desselben Ursprungs, deren Convexität die Spitze der Füsschen bildet; durch ihre Einwärtsziehung wird die Oberfläche des zu bildenden Saugnapfs zugleich vergrössert und consolidirt.

Die Muskelschicht der Füsschen setzt sich nach deren Basis zu in ein Sehnengewebe mit Längsfasern fort, an welches sich von oben und scharf abgegrenzt die innerste Gewebsschicht der Ampullen, die Muskelschicht anlegt; es findet also keine Continuität der Gewebe in beiden statt. Diese Muskelschicht der Ampullen ist bei Asteropecten ebenso dick, als die der Füsschen und von demselben Bau; doch sind die Bindegewebsblätter consistenter und laufen in horizontaler Richtung kreisförmig im Innern der Ampullen herum. Dabei bilden sie nicht eine einzige zusammenhängende Lage, sondern mehrere von einander gesonderte Ringe, in deren Zwischenräume das Epithel hinabsteigt. Die Muskelquerschnitte sind breiter und dünner, als an den Füsschen, 0,05 M. breit und 0,005 M. dick. Sie sind sehr durchsichtig und am besten durch Haematoxylinfärbung zu erkennen. Nach aussen folgen zwei Bindegewebsschichten, die Längsfasern liegen innerlich, die Ringfasern nach aussen. Leztere Schicht enthält viele Pigementhäufchen und ist meist wellig gefaltet. Zulezt folgt das Epithel.

Nur bei der Asteropecten nahe verwandten Luidia finde ich die Wände der Ampullen, besonders die Muskelschicht, von einer ähnlichen, wenn auch nicht ganz so starken Entwickelung, wie bei diesem: bei allen andern mir zugänglichen Arten, welche sämmtlich Saugscheiben besitzen, zeigen sich die Ampullen als sehr zarte, durchsichtige Blasen, deren einzelne Gewebsschichten dünn und schwer zu trennen sind; die Muskeln liegen der Innen-

seite unmittelbar auf und sind wenig zahlreich. Es scheint demnach, dass der histologische Bau der Ampullen zu der Bildung der Saugfüsschen in einer gewissen Beziehung steht.

Zwischen dem Ambulacralgefäss und dem Nervenbande läuft durch die ganze Länge des Strahls ein Kanal, für welchen ich den von Greeff gewählten Namen „Nervengefäss" adoptire, und dessen Homologon bei den Ophiuren und bei Comatula ich bereits nachgewiesen habe. Dass sein Bau viel weniger einfach ist, als man früher glaubte, ist schon von Greeff und Hoffmann nachgewiesen worden; da jedoch diese Beobachter sich auf die Betrachtung von nicht einmal besonders dünnen Querschnitten beschränkt zu haben scheinen, so musste ihnen ein Theil der wirklichen Verhältnisse entgehen. Um dünne Schnitte zu erhalten, darf man nicht die ganze Dicke des entkalkten Strahls benutzen, sondern nur die Weichtheile, welche sich leicht aus der Ambulacralrinne herauslösen lassen. Aus einem kurzen, nur drei bis vier Wirbel enthaltenden Stück des Strahls von einem nicht zu kleinen Seestern erhält man dieselben ohne Mühe vollständig, wenn man nach Entfernung der Füsschen etwa von der Mitte der Oeffnung, welche diese gelassen haben, an, von beiden Seiten mit einem scharfen Rasirmesser immer an den Kalktheilen hingleitend bis in die Tiefe der Rinne vordringt.

So erhaltene Querschnitte geben ganz verschiedene Bilder, je nachdem man einen der unteren Ambulacralmuskeln getroffen hat, oder den Zwischenraum zwischen je zwei solchen. Im ersten Fall (Fig. 10) sehen wir oben die Oeffnung des Ambulacralgefässes, ag, zunächst von einer schmalen Zone hyalinen Bindegewebes eingefasst, in welchem einige grosse Zellen liegen, das Ganze umgeben von einem Gewebe grober Bindegewebsfasern, welche das Gefäss am Wirbel befestigen; nach unten folgt der Muskel, aus groben parallelen Fasern bestehend, und dann zunächst die runde Oeffnung des unteren Divertikels des Ambulacralgefässes, dag (s. oben), und um diese herum zahlreiche Querschnitte grober Längsfasern, über deren Natur, ob Bindegewebe, ob Muskeln, ich im Zweifel geblieben bin. An die tiefste Stelle der unteren Ambulacralgefässöffnung setzt sich dann das Längsseptum an, welches von da zur Mittellinie des Nervenbandes geht und so das ganze Nervengefäss in eine rechte und linke Abtheilung scheidet. Das Vorhandensein dieses Septums ist bekannt und an grösseren Thieren selbst macroscopisch wahrzunehmen, aber zwei kleine Gefässöffnungen, welche constant der

Mitte desselben beiderseitig angeheftet erscheinen, sind den Beobachtern bisher entgangen. Das Lumen eines jeden derselben beträgt nahezu ein Zehntel von dem des Ambulacralgefässes; um dieselben herum sieht man ebenfalls eine Anzahl von Querschnitten grober Längsfasern. Nach aussen befestigt sich das Septum an eine Gewebsschicht, welche dem Nervenband unmittelbar aufliegt, sich aber leicht von demselben trennt und am Septum hängen bleibt. Das Septum selbst besteht aus hyalinem Bindegewebe, enthält aber auch einige Fasern, welche mit ihm vom Ambulacralrohr zum Nerven verlaufen und, wenn sie Muskeln sind, den Nerven in die Ambulacralrinne hineinzuziehen vermögen. Ein zartes, sehr kleinzelliges Epithel bekleidet die Unterseite des Ambulacralmuskels und die Seitenwände des Septums.

Ganz anders sieht ein Querschnitt durch den Zwischenraum zwischen je zwei Muskeln aus. Hier (Fig. 9.) erscheint das Ambulacralgefäss natürlich einfach und an seine untere Mittellinie setzt sich das Längsseptum an, welches sich ganz ebenso verhält, wie in dem vorher beschrieben Schnitt; aber dicht unter seinem Ansatzpunkt an die Wand des Ambulacralgefässes und zum Theil von dieser selbst aus zieht sich nach jeder Seite ein horizontales Blatt, welches die äusserste seitliche Wand des Nervengefässes erreicht, wo es sich befestigt. So wird anscheinend das Lumen in vier Theile zerlegt, und dieses Bild ist es, welches man von den Autoren dargestellt und beschrieben findet. Den Grund dieser Verschiedenheit gewahrt man sofort, wenn man das Nervengefäss von der Ambulacralrinne aus durch Wegnahme des Nervenbandes öffnet, was bei einem grossen Asteropecten keine Schwierigkeiten darbietet. Man sieht dann ausser dem Längsseptum noch eben so viele Quersepta, als Wirbel vorhanden sind, von denen jedes zwischen je zwei Muskeln und parallel mit ihnen von jedem Füsschen zum Längsseptum tritt, an allen Stellen fest an die Gefässwand anschliesst, und so das Nervengefäss in eben so viele hinter einander liegende Kammern theilt, als der Strahl Wirbel besitzt. (qs Fig. 2 u. 15.) Bei Asteropecten wenigstens sind diese Kammern nach allen Seiten geschlossen, und eine Injection, welche man am besten so ausführt, dass man eine Querscheidewand mit einer spitzen Nadel anbohrt und in die Oeffnung eine feine etwas konische Glasröhre fest einsetzt, findet keinen Ausweg. Diese Quersepta nehmen nicht genau die Mitte zwischen e zwei Muskeln ein, sondern liegen dem innern Muskel etwas

näher. Jedes von ihnen bildet gleichsam die Mittelrippe eines horizontal liegenden Blattes, hb Fig. 15, 9, 11, 13, dessen beide Hälften jederseits an dasselbe, dessen etwas breitere Basis an das Längsseptum, dessen Spitze an die Seitenwand des Nervengefässes befestigt ist, und dessen Seitenränder, obere und untere Fläche aller Anheftung entbehren; die centrale Befestigung liegt etwas höher,! als die peripherische. Der Breite nach nimmt das Blatt ungefähr den Zwischenmuskelraum ein. Die Blätter selbst bestehen aus einem bald mehr hyalinen, bald mehr körnigen Bindegewebe, viele grössere Pigmenthäufchen enthaltend; sie werden vom Ansatz an das Längsseptum bis zur Spitze von vielen groben Bindegewebsfasern durchzogen, welche sich als solche bei Essigsäure-Zusatz characterisiren und in ihrem bogigen Verlauf nach der Spitze bei häufigen Verbindungen unter einander mit den Rippen mancher vegetablischen Blätter grosse Aehnlichkeit zeigen. Nan begreift leicht, wie der Durchschnitt dieser Blätter auf intermusculären Querschnitten des Nervengefässes den Anschein horizontaler Scheidewände und des Getheiltseins des Gefässlumens in vier Canäle hervorbringen muss. Injicirt man das Nervengefäss von dem schlauchförmigen Canale aus, so erfüllt die Flüssigkeit die dem Längsseptum beiderseits anliegenden Centralgefässe, die Kammern und die von Hoffmann und Greeff beschriebenen Gefässe, welche seitlich zwischen je zwei Füsschen hindurchtreten and auf der Aussenseite derselben sich wieder zu einem Längsstamm vereinigen. Aus den Centralnervengefässen, wie wir in Fig. 15. sehen, welche das injicirte Nervengefäss nach Wegnahme des Nervenbandes zeigt, entspringt an jedem Querseptum ein hinterer und ein vorderer Zweig, welche mit ihm zur Seite treten; dort treten sie alle in ein längs der äusseren Wand der Nervengefässkammern des ganzen Strahles verlaufendes Gefäss ein, isg, welches einen der Gestalt dieser Wand entsprechenden etwas geschlängelten Verlauf zeigt; von diesem gehen dann die zwischen den Saugfüsschen nach aussen tretenden Gefässe ab, vg, welche auf dem höchsten Grath des Ambulacralstücks, in einer in dasselbe ausgehöhlten Rinne verlaufen, um dann auf der Aussenseite der Füsschen in das dort dem Strahl entlang laufende Gefäss asg einzutreten. Hoffmann's Beschreibung sowohl, wie seine Abbildung sind etwas undeutlich, und ich bin nicht gewiss, ob meine Darstellung der seinigen in Betreff der seitlichen Gefässe ganz gleich ist; die Quersepta und die an dieselben befestigten Btätter kennt er nicht. Offenbar ent-

spricht dieler Gefässverlauf vollständig dem von mir bei den Ophiuren nachgewiesenen; wir haben die von dem Nervengefäss ausgehenden Verbindungsgefässe, vg, die sich aber hier unter einander verbinden, ehe sie die Schlinge um jedes Füsschen bilden; auch von diesen Schlingen fallen die seitlichen Zweige, welche zwischen je zwei Füsschen hindurch gehen, hier zu einem zusammen: Alles aus dem engen Beisammenstehn der Asteridenfüsschen erklärlich. Den Asteriden fehlt das Rückengefäss der Ophiuren, ihm entspricht hier die Leibeshöhle des Strahls, in welche kein directer Gefässübergang vorhanden ist; doch hat Greeff Gefässe, von dem Seitengefäss ausgehend, zwischen den Ambulacralstücken hindurchtreten und sich an der Oberfläche der Leibeshöhle verbreiten sehen; ebensolche Gefässe konnte ich an Querschnitten des Strahls bis zur Epithelschicht der Leibeshöhle verfolgen, sah aber keine Verästelungen.

Oeffnet man den centralen Theil des Nervengefässes, da wo er an die Mundöffnung stösst, durch Hinwegnahme des Nervenbandes und Ringes, so sieht man, dass das Längsseptum bald vor dem Abgang des ersten Querseptums, welches zum ersten Fusspaar läuft, aufhört; die beiden Centralgefässe erweitern sich, verlieren ihre Scheidewand und strömen in den Nervengefäss-Mundring (ngr Fig. 15) aus; die weiteste Stelle des letztern liegt im Ambulacrum, die engste im Interambulacrum. Nach aussen von ihm läuft ein zweiter Mundring (ngkr) weiter als er, welcher, wie aus Fig. 15 ersichtlich, nichts weiter darstellt, als die vordersten Nervengefässkammern, von denen je zwei benachbarten Strahlen angehörige mit einander communiciren; das Seitengefäss mündet in dieselben ein. Auch Greeff hat diese beiden Mundringe gesehen, weist aber, wenn ich ihn recht verstehe, den einen dem Blut, den andern dem Nervengefässsystem zu, was nach meiner Auffassung nicht zulässig ist.

Dies ist das Verhalten des Nervengefässes bei Asteropecten; bei andern Asteriden kommen mancherlei Abweichungen vor. Die auffallendsten bei Asteracanthion rubens, derjenigen Art, welche von Hoffmann und Greeff ihren Untersuchungen zu Grunde gelegt worden ist. Hier (Fig. 13 und 14) findet sich das Längsseptum wie bei Asteropecten oben und unten der ganzen Länge nach angeheftet, wie es Greeff beschreibt, aber nicht, wie es Hoffmann schildert und abbildet. Letzterer behauptet, dass das Septum nach innen nicht unter dem Ambulacralcanal angeheftet sei; es ist leicht, sich vom Gegentheil zu überzeugen. Das Auffallendste

aber ist, dass diesem Thiere sowie Asteracanthion tenuispinum das Centralnervengefäss gänzlich fehlt, während dasselbe bei allen übrigen von mir untersuchten Asteriden deutlich vorhanden ist. Leider fehlte es mir an grösseren und gut erhaltenen Exemplaren dieser Thiere, und es war mir nicht möglich, nach Wegnahme des Ambulacralnerven über die hier stattfindende Modification der Circulation klar zu werden. Die Quersepta sind auch hier vollständig vorhanden, aber die an ihnen ansitzenden horizontalen Blätter sind nicht von einander isolirt, wie bei Asteropecten, sondern setzen sich in eine schmale Leiste längs des Längsseptums fort, wodurch je zwei benachbarte mit einander in Verbindung treten (s. Fig. 14, hb). Dagegen fand ich den von Hoffmann angegebenen Zustand, den ich (Fig. 11 und 12) von Echinaster sepositus abgebildet habe, bei allen übrigen mir zugänglichen Seesternen mit Ausnahme von Luidia, welche ganz mit Asteropecten übereinstimmt, also bei Ophidiaster, Echinaster, Asteriscus; die Centralnervengefässe sind bei ihnen allen vorhanden, die horizontalen Blätter auf die Intermuscularräume beschränkt. Dagegen erreicht das Längsseptum die innere Wand des Nervengefässes nicht, also communiciren hier überall je zwei seitlich neben einander liegende Kammern über das Septum hinweg, aber nicht die vorderen mit den hinteren, da die Quersepta überall dicht anschliessen.

Auf welche Weise sich von dem Centralgefäss aus die Kammern füllen, kann ich nicht angeben; irgend welche Oeffnungen in denselben oder ihren Verzweigungen müssen vorhanden sein, und wenn bei Greeff's Injectionen an frischen Thieren in die Nervengefässkammern sich, wie er sagt, alle Theile des Nervengefässsystems durch den ganzen Strahl füllten, so begreift man doch, dass bei wenn auch gut erweichten Spiritusexemplaren derselbe Erfolg, des Zusammenfallens der Gefässe wegen, nicht eintrat, zumal da die Verhältnisse bei Asteracanthion, das er benutzte, einfacher sind, als bei Asteropecten.

Mir gelangen Injectionen nur von dem Centrum des Nervengefässes aus. Wenn ich den oben beschriebenen Anfangstheil des schlauchförmigen Gefässes nahe an seinem Ursprung aus dem Mundring öffnete und die Canüle in diese Oeffnung in der Richtung nach demselben einbrachte, so füllte sich ohne Schwierigkeit der Mundring und alle Dependenzien der Nervengefässe des Strahls bis zu einer gewissen Entfernung. Wurde dann das peripherische Ende eines so injicirten Ambulacrums in Querschnitte zerlegt, so

ergab sich constant, dass die Injection der Centralgefässe bedeutend weiter reichte, als die der Kammern und der seitlichen Gefässe, zum Beweis, dass dieselben die wirklichen Hauptcanäle der Nervengefässcirculation sind und die anderen Gefässräume erst von ihnen aus gespeist werden.

Wenn man von der Bauchseite aus nach Wegbrechen der betreffenden Mundecke an der der Madreporenplatte gegenüber liegenden Stelle den Nervenring entfernt, so findet man ohne Schwierigkeit am inneren Rande des Nervengefässes die Oeffnung, welche zum schlauchförmigen Canal leitet, und durch sie ist der letztere sehr leicht zu injiciren. Dabei tritt, wie Greeff und Hoffmann schon gefunden haben, die Injectionsmasse rings um den Ursprung des Steincanals herum in die Madreporenplatte ein und von da sowohl nach aussen, als in den Steincanal und von da in das Wassergefässsystem, so dass hier eine leicht zu constatirende Communication zwischen letzterem und dem Nervengefäss stattfindet. Leider gelang es mir nicht, die Injection bei Asteropecten von hier auch weiter, bis in den Analring zu treiben, wohl aber mit fast nie fehlender Sicherheit bei Echinaster. Da der schlauchförmige Canal zwischen dem Steincanal und der Leibeswand eine vollkommen geschlossene Höhlung bildet, so liegt es nahe, durch einen Einstich nach aussen und dicht neben der Madreporenplatte von der Körperoberfläche aus in denselben einzudringen und die konische Canüle der Spritze in diesen Stichcanal einzuführen. So gelang es, auch bei kleineren Exemplaren gute Injectionen zu erhalten; der Analring zeigte sich oft aus zwei, bisweilen aus drei parallel laufenden Gefässen zusammengesetzt, welche nach innen von den interradialen Bändern verlaufen, nicht sie durchbohren, wie es bei andern Arten zu geschehen scheint. Die Gefässe der Ovarien, vom Analring entspringend, füllten sich leicht und vollständig, aber nie sah ich aus demselben anderweite Gefässe abgehen, obgleich das Vorhandensein von Darmgefässen sehr wahrscheinlich ist.

Wir haben also hier, wie bei den Ophiuren, eine Verbindung dreier Gefässsysteme, der Eingeweideblut-, der Nervenblut- und der Wassergefässe, da ja bei diesen die nach den Eingeweiden laufenden Gefässe direct aus dem Nervengefässringe entspringen. Die beiden von Tiedemann auf seiner Tafel VIII mit hh bezeichneten und „Venenstämme des Magens" benannten Stränge, welche im Innern des sichelförmigen Bandes längs beider Wände desselben verlaufen, sind leicht aufzufinden, zeigten aber im Durch-

schnitt kein Gefässlumen, sondern sind solide, aus den gewöhnlichen Bindegewebselementen bestehende, etwas gelappte Fäden, welche durch ein dünnes, blattartiges Band, wie von einem Mesenterium, an ihrer Stelle befestigt werden, gerade wie manche Darmgefässe der Echinen und Holothurien. Vielleicht waren sie in einer früheren Entwicklungsperiode wirkliche Gefässe und sind im Alter verödet.

Das sogenannte Herz habe ich schon erwähnt und beschrieben. Eine Höhlung enthält es nicht. Auf Querschnitten sehe ich bei erwachsenen Thieren nur die gewöhnlichen Bindegewebselemente: Fasern, einzelne kernhaltige Zellen, viele Körnchen und Pigmenthaufen; bei jungen Thieren dagegen stellt es ein dichtes Convolut von feinen Gefässen dar, welche sich nach allen Richtungen durcheinanderschlingen. Ich vermuthe, dass auch hier ein Organ vorliegt, welches nach Ablauf einer gewissen Entwicklungsperiode seine Bedeutung verliert und rückgebildet wird.

Ich werde jetzt versuchen, den histologischen Bau des Nervenstrangs von Asteropecten aurantiacus zu schildern. Dieser schwierige Gegenstand ist noch wenig behandelt, und sind mir nur die Arbeiten von Owsjannikow (Acad. de S. Pet. 71) und C. K. Hoffmann (l. c.) bekannt geworden. Wir wissen, dass der Ambulacralnerv der Asteriden einen platten Strang darstellt, welcher, bei ausgedehnter Ambulacralrinne mehr oder weniger eben, bei Verengerung derselben durch die untern Ambulacralmuskeln auf dem Durchschnitt eine V-förmige Gestalt annimmt. Ich unterscheide an demselben von innen nach aussen drei Schichten, eine Bindegewebsschicht, welche nach innen das Epithel des Nervengefässes trägt, eine eigentliche Nerven- und eine Hautschicht. Die Bindegewebsschicht, obgleich bei allen Asteriden, die ich gesehen habe, sehr deutlich, ist von Hoffmann nicht erwähnt worden. Sie reicht über die ganze Breite des Nervenbandes, ist hyalin mit einigen Längs- und Querfasern und geht in der Mittellinie direct in das dort sich an sie ansetzende Längsseptum über, welches, wie wir gesehen haben, von derselben histologischen Beschaffenheit ist. Der Zusammenhang zwischen beiden ist sehr stark, und wenn man einen Querschnitt zerfasert, widersteht er hartnäckig, während die Verbindung zwischen Bindegewebs- und Nervenschicht sich so leicht löst, dass solche partielle Zerreisungen in der Mehrzahl der Querschnitte, zumal von Asteropecten, angetroffen werden. Bei Ophidiaster findet sich in unsrer Bindegewebsschicht zu jeder Seite längs dem Ansatz des Längsseptums eine Reihe zierlicher, spindelförmiger

Kalkspiculae. Im Innern ist sie mit einem deutlichen Epithel besetzt, welches bei Asteropecten und mehreren andern Arten von einer doppelten Zellenschicht gebildet wird, während das Epithel, welches die übrigen Theile der Nervengefässkammern auskleidet, nur einschichtig ist; im Innern der Centralgefässe habe ich kein Epithel wahrgenommen. Nervöse Elemente finde ich in diesem Theil des Nervenstrangs nicht, so wenig als an oder in den Septen oder den horizontalen Blättern.

In dem eigentlich nervösen, mittleren Theile des Ambulacralnerven unterscheidet man dreierlei Elemente: Querfasern, Längsfasern und Zellen. Die Querfasern laufen durch die ganze Dicke des Strangs von einer platten Seite zur andern, und gehören eigentlich allen drei Schichten an; ihre Wurzeln sitzen in der Bindegewebsschicht fest und reissen mit ihr constant von der (wgf, Fig. 17) Nervenschicht ab. Dieselben sind an der Ansatzstelle bei allen Arten angeschwollen, am auffallendsten bei Asteropecten (Fig. 17), wo sie zwiebelförmigen Knollen gleichen. Die aus den Knollen entspringenden Fasern zeigen, besonders in der Nähe ihres Ursprungs, zahlreiche Verdickungen, wie sie auch Hoffmann gesehen hat. Sie selbst sind durchsichtig, stark lichtbrechend, stielrund auf ihrem Querschnitt, und verlaufen ziemlich parallel unter einander und mit leichten Biegungen, sich hie und da theilend, bis zur Cuticula. Sie sind von harter und steifer Beschaffenheit, wie beim Zerfasern leicht wahrzunehmen ist, verändern sich kaum durch Säuren und Alcalien, färben sich auch sehr schwer in Karmin oder Haematoxylin; kurz sie zeigen die gewöhnliche Beschaffenheit der Nervenfaser durchaus nicht, ausgenommen etwa die Varicosität; viel eher verhalten sie sich wie elastische Fasern.

Die Zwischenräume dieser Querfasern zeigen sich auf dem Querschnitt erfüllt mit einer opaken, grob körnigen Masse (Fig. 18, u. 19); die Körner erkennt man unschwer als Querschnitte von Längsfaserlagen, welche auf einem Längsschnitt (Fig. 17) sehr deutlich hervortreten. Sie bilden zarte Bündel, wieder aus unendlich feinen Fasern zusammengesetzt, von etwas verwaschenem Umriss und darum unmessbarer Dicke. Ich möchte sie mit über einander geschichteten lockern Baumwollenfäden vergleichen. Diese Fasern sind es wohl, deren Hoffmann, welcher die Querfasern für die eigentlichen Nervenfasern hält, als „Nervenstäbchen" Erwähnung thut; für mich sind sie wesentliche Elemente des Nervenstranges. Nach aussen wird die Grenze der Nervenschicht durch eine Lage

von ovalen, blassen Zellen von 0,004—6 M. Durchmesser, mit deutlichen Kernen versehen, begrenzt. Ich halte dieselben mit Hoffmann für die eigentlichen Ganglienzellen, habe jedoch keinen Zusammenhang zwischen ihnen und Fasern gesehen. Alles, was nach aussen von dieser Zellenreihe liegt, rechne ich zur Oberhaut. Diese bildet eine ungefähr $^1/_4$ bis $^1/_3$ von der ganzen Dicke des Stranges ausmachende Schicht, welche sich schon im äussern Ansehn von den anliegenden Theilen unterscheidet. Nach aussen ist sie von der Cuticula begrenzt; die Querfasern dringen durch ihre ganze Dicke bis zu dieser vor. Zwischen ihnen aber und parallel mit ihnen sieht man andere viel feinere Fasern verlaufen, von nicht glattem, sondern etwas rauhem Ansehen, welche meist büschelartig beisammenstehen und, zum Theil wenigstens, von den in der Hautschicht liegenden, von den oben beschriebenen Ganglienzellen deutlich verschiedenen Zellen ausgehen. Diese Hautzellen, nach aussen von jenen gelegen, sind kenntlich durch ihre geringere Grösse (0,003 - 4 M.), mehr längliche Gestalt, Undurchsichtigkeit und gewöhnlich deutliche Pigmentirung, so namentlich bei Asteropecten. Während die Ganglienzellen von Karmin und vorzüglich von Haematoxylin lebhaft gefärbt werden, bleiben diese Tinctionsmittel auf die Hautzellen fast ganz ohne Wirkung. Zwischen diesen Fasern und Zellen sieht man noch zahlreiche Körner, auch Pigmenthaufen, daher die ganze Schicht ziemlich undurchsichtig erscheint, und bei der Kleinheit der Gewebselemente nur an sehr dünnen Schnitten klar zu übersehen ist. Hoffmann unterscheidet die Hautschicht nicht von der Nervenschicht, und kennt darum nur eine Art von Zellen, welche er als mit den Querfasern in Zusammenhang stehend beschreibt und abbildet. Auf derselben Tafel seiner Abhandlung zeichnet er aber auch Hautzellen aus anderen Theilen als in Fasern auslaufend, und so darf ich wohl annehmen, dass auch hier die dargestellten Zellen nur Hautzellen waren. Obgleich ich nur Spiritusexemplare untersuchen konnte, so habe ich doch die Ueberzeugung gewonnen, dass die Querfasern nirgends mit meinen Ganglienzellen in Verbindung treten; ja ich meine, dass die Querfasern überhaupt nicht aus Nervensubstanz bestehen, sondern einen bindegewebigen Stützapparat darstellen, welcher dem Nervenbande eine gewisse Elasticität gibt und es so gegen Verletzungen schützt. Dafür spricht zunächst ihre steif-elastische, glatte, glänzend durchsichtige Beschaffenheit, ihr Hervorkommen aus einem zweifellosen Bindegewebe, und endlich die Thatsache, dass sie

sich nur in den Nervenstämmen solcher Echinodermenclassen finden, bei welchen dieselben durch keine äussere Kalkschale geschützt werden, also bei Comatula, Asteriden und Holothurien.

An dem Längsschnitt durch den Ambulacralnerven von Comatula, von der Kelchdecke, den ich Fig. 20 zum Vergleich abbilde, fällt die Uebereinstimmung mit Asteropecten sogleich in die Augen. Die Hautschicht ist hier im Verhältniss dicker, die Hautzellen zahlreicher und grösser; zwischen diesen Hautzellen und den Querfasern habe ich selbst hie und da Verbindungen wahrgenommen. Die Reihe der Ganglienzellen zeigt nichts Besonderes, die Nervenfasern sind sehr zart. An ihrer Innenseite, zwischen ihnen und der Bindegewebsschicht, aus welcher die Querfasern entspringen, erscheint hier noch eine andere, dünne Bindegewebslage, welche einige Zellen, Fasern und Körner enthält.

Im ersten Theile gegenwärtiger Abhandlung habe ich einen Durchschnitt durch den Nerven von Ophiothrix abgebildet, welcher einem neugebildeten, noch schneidbaren Strahle entnommen war; bessere Querschnitte erhielt ich seitdem durch den herausgenommenen Ambulacralnerven von Ophilepis, von denen ich in Fig. 21 eine Abbildung gebe. Man sieht hier an der ventralen, von einer dünnen Bindegewebsschicht bekleideten Seite des Nerventsrangs die Nervenzellen in zwei bis dreifacher Reihe liegen; genau in der Mitte ist die Schicht am dünnsten, aber zu beiden Seiten der Mitte häufen sie sich zu zwei mehr oder weniger dreiseitigen Gruppen an, aus welchen je zwei bis vier Fasern austreten, welche geschlängelt in der Richtung nach dem oberen, runden Strang zu verlaufen. Ihr Ursprung aus den an der Basis liegenden Zellen ist deutlich, auch in ihrem Verlauf sieht man noch einzelne runde Zellen ihnen anliegend. Ausser diesen beiden Gruppen finden sich hier keine Querfasern; die Masse des Nervenstrangs besteht lediglich aus den Durchschnitten der Längsfasern. Ich glaube nicht, dass der Unterschied des Verhaltens von dem bei Ophiothrix der Artverschiedenheit zuzuschreiben sei; vielmehr suche ich ihn in dem Entwickelungszustande.

Der histologische Bau des Nervenstrangs der Asteriden ist nicht bei allen Arten ganz gleichförmig, sondern zeigt kleine Verschiedenheiten. Nur bei Asteropecten sehe ich die auffallend knolligen Wurzeln der Querfasern, aber bei allen sind dieselben nach ihrem Ursprung zu deutlich verdickt, so besonders bei

Asteracanthion; bei diesem erscheinen auch die Durchschnitte der Längsfasern am gröbsten und am regelmässigten geschichtet, (Fig. 18). Bei Echinaster sepositus (Fig. 19) liegt die Schicht der Nervenzellen von den Hautzellen mehr gesondert, besonders in der Mittellinie, und die Verschiedenheit beider ist augenfällig; einzelne Nervenzellen kommen sogar mitten in der Nervenschicht zerstreut vor und treten besonders an zwei Stellen neben der Mittellinie nach innen vor, an das Verhalten der Ophiuren erinnernd. Die Hautschicht ist hier von allen mir bekannten Arten am breitesten und ihr Bau am deutlichsten zu erkennen. Sie tritt an den beiden eben erwähnten Stellen neben der Mittellinie in zwei scharfen Ecken nach innen vor; während die Nervenzellen rundlich und nur wenig oval erscheinen, sind die Hautzellen langgezogen eiförmig, mit der Spitze nach der Cuticula gerichtet, und jede liegt eingebettet in ein Bündel der zarten Hautfasern wie ein Kometenkern in seiner Hülle. Oefters sieht man im weitern Verlauf des Bündels eine zweite noch mehr langgetsreckte Zelle eingeschlossen. Kerne konnte ich in diesen Hautzellen nicht nachweisen. Der Bau der Oberhaut, welche den Rücken des Körpers überzieht, zeigt bei den einzelnen Arten mancherlei, wenn auch nur auf ein mehr oder weniger hinauslaufende Eigenthümlichkeiten, aber bei jeder Art finden sich diese Besonderheiten in der den Nervenstrang überziehenden Haut wieder, und gerade durch ihre Untersuchung gewinnt man die sichere Ueberzeugung, dass auch dieser mit Haut überzogen ist, was ja von vorn herein mehr als wahrscheinlich war.

An beiden Seitenrändern erstreckt sich der Ambulacralnerv zackenartig zwischen je zwei Saugfüsschen hinein; er läuft aber auch eine Strecke weit an der Innenseite eines jeden derselben herab, wo die Nervenschicht plötzlich abgeschnitten aufzuhören scheint, wahrscheinlich aber in feine Fasern zertheilt bis zur Spitze der Füsschen verläuft, während die Hautschicht anfangs unverändert, später die oben beschriebenen Modificationen erleidend, weiter geht. Auch das Vorhandensein der beschriebenen Hautdrüsen setzt ihre histologische Bedeutung ausser Zweifel, entgegen den Ansichten von Hoffmann und Greeff, welche, da sie Nerven- und Hautgewebe nicht unterscheiden, die ganze äussere Oberfläche der Saugfüsschen von Nervensubstanz eingehüllt sein lassen.

Das peripherische Ende des Ambulacralnervenstrangs bildet bekanntlich der Fühler mit dem Auge. Er ist auch an Wein-

geistexemplaren leicht zu finden. Wenn man das Ende eines Strahles abschneidet und dann durch einen feinen Sägeschnitt die ventralen von den dorsalen Theilen so trennt, dass an ersterer nur ein Theil der Ambulacralplatten haften bleibt, so kann man die Ambulacralrinne auseinanderklappen wie ein Buch und sieht dann unmittelbar den Fühler in einer den letzten Dorsalplatten angehörigen Aushöhlung liegen. Durch Einbetten in Gummiglycerin lassen sich dann leicht Querschnitte in jeder gewünschten Richtung erhalten. Ein solcher durch die Mittellinie ist Fig. 2? abgebildet. Man sieht das Auge (a) warzenartig auf der Basis des Fühlers aufsitzen. Hinter der Cuticula in der Hautschicht finden sich eine Reihe ovaler halbdurchsichtiger Körper, in einer hyalinen Masse zahlreiche Zellen enthaltend; ihre Zahl im ganzen Auge mag 100—150 betragen. Zwischen ihnen treten die Fasern der Haut bis zur Cuticula heran. Dann folgt nach innen die Nervenschicht, eine auf eine mässige Einschnürung folgende, etwas verdickte, aber sonst unveränderte Fortsetzung des Ambulacralnerven; die von ihm nach den Krystallkörpern ohne Zweifel abgehenden Fasern konnte ich nicht erkennen. Dann folgt ein dickes Polster der Bindegewebsschicht des Nerven, und endlich das Epithel. Ebenso wie am Auge lassen sich auch an dem Fühler die drei Gewebslagen des Nervenstrangs deutlich erkennen; Querschnitte lehren, dass die eigentliche Nervensubstanz nur der Oberseite und Spitze des Fühlers angehört, während die nach der Spitze des Strahls gerichtete Seite den Bau der Saugfüsschen zeigt. Auch auf der Oberseite ist die Nervenschicht nur in der Mitte sehr dick, nach den Seiten flacht sie sich rasch ab. Der Innenseite der Bindegewebsschicht liegen zahlreiche Längsfasern auf, welche den Fühler hin und her bewegen und zurückziehen können, während die Ausdehnung desselben durch Injection von Flüssigkeit aus dem Nervengefäss bewirkt wird, dessen Fortsetzung seine Höhle bildet.

Der Bau des Nervenmundrings unterscheidet sich in nichts von dem des Ambulacralnerven, wie sich erwarten liess, da der ja aus fünf Commissuren besteht, deren jede die unmittelbare Fortsetzung der Hälfte eines Ambulacralnerven zu der entsprechenden Hälfte des benachbarten Ambulacralnerven ist.

Am Mundrand setzt sich die äussere Schicht der Körperhaut über den Nervenring hinweg in die Magenhaut fort (mh Fig. 25); sie nimmt allmählich an Dicke bedeutend zu, erscheint durch zahlreiche Falten in Lappen getheilt, und die über den Nervenring in

einer oder wenigen Reihen liegenden Hautzellen vertheilen sich durch ihre ganze Dicke, nur an der Aussen- und Innenseite eine Zone freilassend. Die Fasern zeichnen sich in der Darmhaut viel bestimmter und zeigen gegen die Oberfläche hin zahlreiche Verbindungen unter einander. Unter dieser eigentlichen Hautschicht folgt eine Lage grober, lockerer, meist der Länge nach verlaufender, vielfach wellig verschlungener Bindegewebsfasern (bs), deren Schlingen regelmässig in die Hautlappen eintreten. Sie sind die Fortsetzung der Bindegewebsschicht, welche zwischen dem Ringmuskel und dem Nervengefässring liegt, und die ihrerseits wieder nichts Anderes ist, als die Fortsetzung der eigentlichen dicken, untern Cutisschicht der allgemeinen Körperdecke. Darauf folgt eine Lage kreisförmiger Fasern (rm), welche anfangs, dicht am Munde, im Querschnitt nur vereinzelt erscheinen, bald aber sich vermehren und zu einer kräftigen Schicht anschwellen, welche die Oeffnung der Weichtheile fest zu schliessen vermag, während der Ringmuskel (rms) die Skelettheile nach innen zieht. Beide Spinkteren haben in ihrer Structur viel Aehnliches. Wie bei dem Ringmuskel der Kalktheile eine strahlige Figur dadurch entsteht, dass zahlreiche radial verlaufende bindegewebige Stränge keilförmige Zwischenräume einschliessen, in welchen die Muskelfasern verlaufen, so gehen auch hier von der oben beschriebenen Bindegewebsschicht hyaline Stränge nach der darunter liegenden Längsmuskelschicht, zwischen denen schmalen Arcaden ähnliche Räume übrig bleiben: in diesen verlaufen die Ringmuskelfasern. Die Längsmuskeln bilden eine nicht unbedeutende Lage paralleler Fasern; zulezt, nach der Leibeshöhle zu, folgt eine Lage hyalinen Bindegewebes, welches, dicht an den Ringmuskeln anliegend, zwei bis drei Reihen zarter, kernführender Zellen enthält, von denen die Flimmerfäden der Oberfläche ausgehen.

Die Structur der einzelnen Schichten der Magenhaut ist in allen Theilen des Organs die gleiche, nur werden dieselben gegen den Rücken zu sämmtlich dünner; nirgends sehe ich Drüssen, für welche man die kleinen Läppchen der Oberhaut hier und bei andern Echinodermen bisweilen angesehen hat. Ebenso haben die oberen Magenanhänge bei Asteropecten denselben Bau, wie der übrige Magen, und führen keine Drüsen, sie münden durch einen weiten und kurzen Gang in den Magen. Dasselbe gilt von den radialen Coecis, welche, so viel ich an diesen so zerbrechlichen Theilen wahrnehmen konnte, ganz aus der in unzählige

Läppchen zierlich zusammengefalteten Magenhaut bestehen, und offenbar zur Aufnahme und Resorption der flüssigen Producte der Verdauung bestimmt sind, während der Magen deren voluminöse Residua wieder auswirft.

Die Haut besteht bei den Asteriden aus zwei übereinanderliegenden, getrennten Schichten: einer untern, dickeren, aus starken, nach allen Richtungen laufenden Bindegewebs- und elastischen Fasern bestehenden, welche den dicksten Theil der Körperwand ausmacht und viele Kalktheile eingelagert enthält, und einer obern, dünnern, von jener überall durch eine scharfe Linie getrennten, welche auch die Ambulacralnerven überzieht, und die ich bei diesen beschrieben habe.

Die ganze Dicke der Rückenhaut wird von den bekannten Oeffnungen der Hautkiemen durchbohrt, welche bei Asteropecten in regelmässigen Querreihen stehen; jede innere Oeffnung theilt sich nach aussen in drei, selten vier Canäle, deren jeder in eines jener Bläschen ausläuft. Ich gebe in Fig. 24 die Abbildung eines Schnittes durch eines jener Organe. Das bindegewebige, zumeist aus Längsfasern bestehende Gerüst der Kieme, an der Innenseite der Körperwandung angeheftet, wird sowohl nach innen, als nach aussen von einer Oberhautschicht bekleidet; an der Aussenseite ist letztere zur Vergrösserung der Oberfläche in zahlreiche Falten gelegt, in deren jede die Bindegewebsschicht hineinragt. An seiner Basis wird das Bläschen durch eine faltige Membran auch an der Aussenseite der Körperwand befestigt, und es ist leicht zu sehen, dass die beiden Befestigungsmembranen dazu dienen müssen, dasselbe aus und einzustülpen, obgleich ich als solche kenntliche Muskelfasern in ihnen nicht wahrnehmen konnte. In der Oberhaut des Rückens fand ich bei mehrern der untersuchten Arten zahlreiche, aber ungleich vertheilte Hautdrüsen, ganz denen ähnlich, welche auch an den Füsschen vorkommen. Nur bei Echinaster bemerkte ich dergleichen auch in der tiefen Cutisschicht, aber von andrer Beschaffenheit, auch viel grösser (0,3—4 M.) als jene, von Gestalt kugelig und wenig durchsichtig (Fig. 23). Sie liegen frei in einer Höhlung, nur am Ausführungsgang und an der tiefsten Stelle durch einen dünnen Strang befestigt, und fallen darum leicht aus den Schnitten heraus. An ihrer Mündung ist die Oberhaut deprimirt; der Ausführungsgang ist eng und cylindrisch. Der Drüsenkörper besteht aus nahezu gleich grossen Ballen grober Körner, die sich mehr oder weniger polyedrisch gegen einander abplatten; eigne Membran oder Kerne

konnte ich an den Ballen nicht wahrnehmen. Diese Drüsen liegen zahlreich über alle Theile der Rückenhaut von Echinaster zerstreut.

Als vorliegende Arbeit schon zum Druck bereit lag, erhielt ich eine Abhandlung von W. Lange über Histologie der Ambulacralnerven der Asteriden und Ophiuren in Gegenbaur's morph. Jahrb. II, 2. Die darin ausgesprochenen Ansichten, und noch mehr die Deutungen, als die Thatsachen, weichen von den meinigen bedeutend ab, ohne jedoch mich in meiner Anschauungsweise beirren zu können. Die ganze Dicke des von mir und Andern als Ambulacralnerv angesprochenen Bandes, von meiner „Bindegewebsschicht" nach aussen hält Lange für Oberhaut; zum Nervenstrang rechnet er nur das, was ich als geschichtetes Epithel auf der Innenseite der Bindegewebsschicht beschrieben habe. Ich sehe diese Schicht an senkrechten Schnitten überall gleich dick und nicht nach der Mitte convex, wie er sie zeichnet, auch die Zellen, aus denen sie besteht, in nichts von den übrigen Epithelzellen des Nervengefässes verschieden. Dabei kann ich natürlich nicht behaupten, dass in der betreffenden Schicht durchaus keine nervösen Elemente vorkommen, aber ich habe keine gesehen. Der Vergleich mit dem Bau des Nervenstrangs der Holothurien könnte es wohl vermuthen lassen, obgleich andere Echinodermen, wie die Echiniden, nichts von einer Verdoppelung des Nervenstrangs zeigen.

Es fehlt aber dem Lange'schen Nerven ein ganz wesentliches Erforderniss jeden Nervenstrangs, nämlich die Längsfaserung; wie sollte ohne sie eine Leitung zwischen Peripherie und Centrum zu Stande kommen? In meinem Nervenstrang dagegen finden sich diese Längsfasern als vorwiegendes Element, und Lange hat sie gesehen; an guten Querschnitten würde er sich auch überzeugt haben, dass nur meine Hautschicht seitlich in die Körper- und Füsschenhaut continuirlich übergeht, nicht aber meine Nervenschicht, welche scharf abgeschnitten erscheint. Die Nervenzellen hat er nicht gesehen, was ich nur aus zu grosser Dicke seiner Schnitte erklären kann, wenn es nämlich erlaubt ist, von dem (Fig. 2a) abgebildeten auf die übrigen zu schliessen.

Am wenigsten kann ich dem beistimmen, was Lange über den Ophiurennerven sagt. Die von ihm gesehenen Ganglienknoten mit ihren mehr vermutheten, als gesehenen Längs- und Quercommissuren sind sicherlich nichts, als die abgerissenen oder abgeschnittenen Ursprünge der nach oben in die Wirbel eintretenden

Nerven, deren einen ich (Jen. Zeitschr. für 76, 3, Taf. VIII, Fig. II) im Querschnitt abgebildet habe. Die Ursprungsstellen sind sehr dick, am meisten gegen den Discus zu, und enthalten auch einige zellige Elemente, aber nicht zahlreicher, als man sie anderwärts findet, und nicht reichlich genug, um von Ganglienknoten sprechen zu können. Von Commissuren sehe ich nichts. Den eigentlichen Nervenstrang der Ophiuren, welcher, wie ich nachgewiesen, im wesentlichen aus Längsfasern und peripherisch liegenden Zellen besteht, wie bei allen Echinodermen, erklärt Lange, um eine Uebereinstimmung mit seinen Ansichten über die Asteriden zu erzielen, für einen Hautstreifen, der nur seinem Nerven als Unterlage diene, indem er eine von Greeff ausgesprochene Hypothese anführt, wonach durch Ueberwachsung der offnen Ambulacralrinne der Asteriden mit Haut der bei gewissen Echinodermen (Ophiuren, Echinen) vorkommende nach aussen vom Nerven gelegene Gefässcanal entstanden sei. Diese Hypothese hat einen guten Sinn, so lange man mit Greeff annimmt, dass der Asteridennerv ganz nackt, nur von Cuticula bedeckt, in der Ambulacralrinne liege; wenn er aber eine dicke Hautschicht über sich hat, wie Lange angibt, so kann niemals eine Ueberwachsung mit einer neuen Hautschicht mit Offenbleiben eines Canals Statt finden, sondern nur eine Verdickung der vorhandenen Haut; die Kalktheile sind ja nur Hautelemente. Und wie könnte ein Hautstreifen seitlich durch einen solchen Process seiner ganzen Länge nach aus der Continuität mit der übrigen Haut abgetrennt werden, so dass nur die zarten Stränge übrig blieben, welche zu den Füsschen treten (welche Lange gesehen hat), und deren Nervenstränge bilden. Die von unserem Nerven abgehenden und in die Wirbelrinne tretenden Zweige erwähnt Lange nicht.

In einem Punkt bin ich sehr geneigt, seiner Ansicht beizutreten, nämlich darin, dass er den über dem Nervenbande der Ophiuren liegenden runden Strang, den ich dem Nerven zurechnete, für ein Gefäss erklärt. Durch directe Beobachtung wird kaum volle Gewissheit über seine Bedeutung zu erlangen sein; aber es liegt nahe, in ihm das Homologon der von mir bei den Asteriden gefundenen Centralnervengefässe zu vermuthen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVIII.

Fig. 1. Querschliff eines Strahles von Asteropecten aurantiacus. ap Ambulacralplatte, iap Interambulacralplatte, orp obere Randplatte, urp untere Randplatte, sf Saugfüsschen, ag Ambulacralgefäss, ng Nervengefäss, amp Ampulle.

Fig. 2. Längsschnitt neben der Mittellinie durch den Anfang eines Strahls, bis zum Mund; von dems., mh Magenhaut, ngr Nervengefässring, nkr Nervenkammerring, nk Nervengefässkammern, qs Queerseptum, ac Ambulacralcanal, ar Ambulacralgefässring, rm Ringmuskel des Mundes, uam untere Ambulacralmuskel, oam obere Ambulacralm., gf Gelenkflächen.

Fig. 3. Steincanal, Querschnitt, von dems.

Fig. 4. Madreporenplatte und Anfang des Steincanals, radial und senkrecht durch die Mitte. sc Höhle des schlauchförmigen Canals, welche man mit den Canälen der Madreporenplatte und des Steincanals communiciren sieht.

Fig. 5. Horizontalschliff durch die Mitte des Steincanals mit Umgebung. sc schlauchförmiger Canal, sk Steincanal, hz Herz, sb sichelförmige Bänder.

Fig. 6. Theil eines Querschnitts durch ein Saugfüsschen von Asteropecten. cu Cuticula, hz Hautzellen, hs Hautschicht, bs Bindegewebsschicht, iqs innere, aqs äussere Bindegewebsquerschicht, ls dito Längsschicht, bl Bindegewebslücke, ms Muskelschicht, ep Epithelium.

Fig. 7. Längsschnitt durch die Spitze eines Saugfüsschens von dems. hs Hautschicht, bs Bindegewebsschicht, gegen die Spitze fast nur von Längsfasern gebildet und den Stoff zum Bindegewebsring, br, abgebend.

Fig. 8. Dasselbe von Ophidiaster ophidianus. Die drei Schichten wie in Fig. 7, ks Kalkspiculae.

Fig. 9. Querschnitt des Ambulacrums von Asteropecten zwischen zwei untern Ambulacralmuskeln, ag Ambulacralgefäss, ngk Nervengefässkammern, hb horizontale Blätter, cng Centralnervengefäss, nst Nervenstrang.

Fig. 10. Dasselbe von demselben, durch einen untern Ambulacralmuskel. Die Buchstaben wie in Fig. 9, uam unterer Ambulacralm., dag Divertikel des Ambulacralgefässes.

Fig. 11 u. 12. Dieselbe Darstellung von Echinaster sepositus.

Fig. 13 u. 14. Dasselbe von Asteracanthion rubens.

Taf. XIX.

Fig. 15. Nervengefäss und Nervengefässring bei Asteropecten, von der Ventralseite nach Wegnahme des Nerven. ngr Nervengefässring, ngkr Nervengefässkammerring, rm Ringmuskel, sf Saugfüsschen, hb hori-

zontale Blätter, uam unterer Ambulacralmuskel, qs Querseptum, asg äussere Seitengefässe, vg Verbindungsgefäss, isg inneres Seitengefäss, cng Centralnervengefäss, ls Längsseptum.

Fig. 16. Radialschnitt durch die Mundecke bei Asteropecten, Einmündungsstelle des Steincanals und des schlauchförmigen Canals, me Mundecke, rm Ringmuskel, mh Mundhaut, sc schlauchförmiger Canal, hz Herz, Stk Steincanal, ar Ambulacralgefässring, nr Nervenring, ngkr Nervengefässkammerring, ngr Nervengefässring.

Fig. 17. Längsschnitt durch den Ambulacralnerven von Asteropecten aur. — hs Hautschicht, ns Nervenschicht, nz Nervenzellen, bws Bindegewebsschicht, wqf Wurzeln der Querfasern.

Fig. 18. Querschnitt durch den Ambulacralnerven von Asteracanthion rubens. Buchstaben wie Fig. 17.

Fig. 19. Dasselbe von Echinaster sepositus. ls Längsseptum.

Fig. 20. Längsschnitt durch den Ambulacralnerven von Comatula mediterranea, von der Kelchdecke. Buchstaben wie oben.

Fig. 21. Querschnitt durch den Ambulacralnerven von Ophiolepis ciliata. os oberer Strang, qf Querfasern.

Fig. 22. Senkrechter Längsschnitt durch Fühler und Auge von Asteropecten. a Auge, f Fühler, ns Ambulacralnerv, kk Krystallkörper, n Nerv, bp bindegewebiges Polster.

Fig. 23. Hautdrüse aus der Rückenhaut des Strahls von Echinaster sep. — ohs obere Hautschicht, uhs untere Hautschicht.

Fig. 24. Hautkieme von Asteropecten. hk Höhle der Kieme, ah äussere Hautschicht, ih innere, ab äussere, ib innere Befestigung.

Fig. 25. Radialschnitt durch den Mundrand von Asteropecten. nr Nervenring, ngkr Nervengefässkammerring, ngr Nervengefässring, rms Ringmuskel des Skeletts, rmm Ringmuskel des Magens, lm Längsmuskel, ep Epithel, mh Magenhaut.

IV. Echinidae.

1. Echinus.

Das Material zur Untersuchung der Echiniden — eine Anzahl ziemlich wohl erhaltener Echinus esculentus und Spatangus meridionalis — verdanke ich der Freigebigkeit des H. Prof. Haeckel, dem ich auch für seinen werthvollen und freundlichen Rath und sonstige Hülfe vielen Dank schulde. Ausserdem benutzte ich zum Vergleich einige andere Arten.

Die Untersuchung dieser Abtheilung der Echinodermen ist besonders schwierig, und nur den verbesserten Methoden unserer Zeit verdanke ich es, wenn es mir gelungen sein sollte, den von Tiedemann, Valentin, Müller, Hoffmann und Agassiz erhaltenen Resultaten noch Einiges hinzuzufügen. Ich setze die Ergebnisse ihrer Forschungen als bekannt voraus, und werde nur auf dieselben zurückkommen, wo ich etwa von ihnen abweichen oder sie genauer präcisiren zu müssen glaube.

Um einen Seeigel mit möglichster Schonung seiner innern Theile zu öffnen, mache man den Cirkelschnitt innerhalb des Ansatzes der untern Darmwindung, also nicht zu entfernt vom Mund, und durchschneide den Oesophagus nahe über der Laterne. Wenn man dann in die abgeschnittene Wölbung hineinsieht, erblickt man den Oesophagus, wie er nach dem Anus hinaufläuft, wo er sich befestigt (meine Bezeichnung von oben und unten bezieht sich auf die natürliche Stellung des Thieres mit dem After nach oben), von da kehrt er nach unten zurück, um in den Anfang der ersten Darmwindung einzutreten. Diese Darmwindung läuft im Innern der ganzen Schale herum, bis zurück zum Anfang, worauf sie in einer kurzen Biegung umkehrt und oberhalb der untern Windung eine zweite, ihr parallele, rückläufige beschreibt, welche dann in das Rectum übergeht. Der Umkehrpunkt der

Darmwindungen liegt in demjenigen Interradius, welcher die Madreporenplatte enthält.

Die ganze Länge des Darms wird von zwei Blutgefässen begleitet, und zwar läuft das stärkere derselben an der inneren, freien Seite des Darms entlang, einen platten, bandartigen Vorsprung bildend; das andere, viel schwächere, zieht sich an dessen angehefteter Seite hin, an der Stelle, wo das Mesenterium sich an den Darm heftet. Tiedemann hat für diese beiden Gefässe die Namen Darmarterie und Darmvene eingeführt, welche bei unsrer so geringen Kenntniss von der Circulation der Echinodermen jedenfalls unpassend ist. Die einzig richtige Bezeichnung scheint mir die von Rücken- und Bauchgefäss, welche ich nach Hoffmann's Vorgang adoptire, wie sie ja auch schon von Semper für die Holothurien eingeführt worden ist; und zwar nenne ich Bauchgefäss das an der freien, Rückengefäss das an der angehefteten, der Schale zugewendeten Darmseite befindliche Gefäss.

Das Bauchgefäss (bg, Fig. 1) steigt, an den Oesophagus angeheftet, mit ihm von der Laterne nach oben und dann wieder abwärts, erweitert sich vom Eintritt desselben in den Darm an sehr schnell bis zu 1 Mm. und etwas darüber; in dieser Dicke läuft es an der freien Seite der ersten Darmwindung hin, von deren letztem Drittel an es sich allmählich wieder verengt. Die obere Darmwindung und den Mastdarm begleitet es ungefähr in der gleichen Dicke, die es am Oesophagus hatte. Die Wände sind dick, bestehen aus Bindegewebe mit Pigmentkörnern, vielen Ring- und wenigen Längsfasern, über deren histologische Natur ich nicht zu entscheiden wage. Das Lumen dieses, sowie der andern Blutgefässe der Echinen findet sich bei Spiritusexemplaren von einem sehr consistenten, gelblich weissen Congulum erfüllt, welches durch seine Farbe die Gefässe äusserlich kenntlich macht, aber Injectionen sehr hinderlich ist. Dagegen dürften wegen der Weite ihrer Lumina und der Consistenz ihrer Wandungen die Gefässe frischer Echinen sehr leicht zu injiciren sein. So musste ich mich darauf beschränken, die feineren Blutgefässe durch dünne Querschnitte zu verfolgen, was sicher genug, aber mühsam ist. Das Rückengefäss läuft längs der angehefteten Darmseite dicht an dem befestigenden Mesenterium hin. Eine starke Erweiterung desselben in der Mitte, wie angegeben wird, habe ich nicht wahrnehmen können; sein Lumen ist eng und überall ungefähr gleich. Hat man das Thier mit der oben angegebenen Vorsicht geöffnet, so dass der Ansatz des Mesenteriums der untern

Darmwindung an die Schale unverletzt ist, so bemerkt man, wenn man die Schalenöffnung nach oben kehrt, einen längs des grössten Theils der untern Darmwindung frei herabhängenden ihr parallelen Strang (rg', Fig. 1), welcher durch zahlreiche Fäden mit dem betreffenden Theil des Rückengefässes in Verbindung steht; derselbe weist sich als ein zweites, frei in die Leibeshöhle herabhängendes Rückengefäss aus, mit dem eigentlichen durch zahlreiche Anastomosen communicirend und etwas weiter, als dasselbe. Wir finden hier also eine Anbahnung zu den wunderlichen Circulationsverhältnissen der meisten Holothurien, wo die complicirten Anastomosen des Rückengefässes eine Art Wundernetz bilden. Dass der betreffeende Strang ein Gefäss und die Verbindungsfäden Anastomosen desselben mit dem Rückengefäss sind, lässt sich durch Querschnitte leicht nachweisen; dass noch kein Beobachter das so auffällige Verhältniss bemerkt hat, liegt wohl an der gewöhnlichen Art, die Thiere nahe der Mitte zu öffnen.

In Fig. 2 habe ich die Umgebung des Afters von der Innenseite dargestellt. Den von Tiedemann gefundenen Analring konnte ich nicht erkennen, doch bin ich von der Anwesenheit eines solchen überzeugt, weil wenigstens das Ventralgefäss des Rectums in gleichbleibender Stärke bis an den Ansatz des Rectums verläuft, und es nicht wahrscheinlich ist, dass es dort plötzlich blind endigt. Wir sehen in der Figur zwischen den fünf Genitalplatten den Ansatz des Rectums (md) und der andern von da entspringenden Theile. Das Dorsalgefäss des Rectums ist äusserst fein und scheint mir sich allmählich zu zertheilen, ehe es den Ansatz desselben erreicht. Rechts liegt der Oesophagus (oes) durch eine Mesenterialplatte (mp) befestigt; sein oberer Theil (zm) führt zur Laterne, der untere (zd) zum Darm. An der Dorsalseite des letzteren Stückes (zd) läuft das enge Dorsalgefäss und geht von ihm in den Rand des befestigenden Mesenteriums über, theilt sich aber darin bald in viele sehr feine Zweige und erreicht den Analring sicher nicht. An der Dorsalseite des zum Mund führenden Oesophagusstückes (zm) verläuft zunächst der Steincanal (stk), von der Madreporenplatte (mp) kommend, und an dem oberen Rande (in der Figur) der schon erwähnten Mesenterialplatte befestigt. Zwischen ihm und dem Oesophagus liegt das sogenannte Herz (hz) mit einem sehr feinen Faden, wie mir scheint, bis zum Analring reichend. Dieses Organ ist vielfach beschrieben. Bei Echinen mit abgeplatteter Schale, deren Laterne fast bis zum Anus reicht, bleibt es meist beim Oeffnen an der Laterne hängen, so

wie es Tiedemann gezeichnet hat; bei Thieren aber mit stark convexer Schale, wie Echinus melos und esculentus, überzeugt man sich leicht, dass sein eigentlicher Platz in der Nähe des Afters ist, von welchem sein spitzes Ende nur wenig absteht. Fig. 4 stellt einen Querschnitt desselben dar. Es wird durch eine dünne, häutige Platte längs des Oesophagus befestigt und besteht aus einem wenig durchsichtigen Gewebe, einige feine Fasern enthaltend, die an den Enden zahlreicher werden und über deren histologische Natur ich nicht klar geworden bin; dazwischen liegen zahlreiche Pigmenthaufen, einzelne Zellen, viele nicht näher zu charakterisirende Körner, das Ganze in eine granulöse Substanz eingebettet. Hier und da bemerkt man in seinem Innern einige unregelmässige Spalten, nirgends aber eine grössere Höhle. Diese Spalten (drs) müssen wohl als zum Rückengefäss gehörend betrachtet werden. Den Verlauf des Steincanals am Herzen herab sieht man in der Figur.

Zwischen dem Herzen und der Laterne bemerkt man wieder ein, auch zwei sehr enge Gefässe dicht neben dem Steincanal am Oesophagus herablaufend. Dass ein Organ von dem angegebenen Baue, in ein äusserst feines Gefäss eingeschaltet, auf die Beförderung des Blutkreislaufs keinen wesentlichen Einfluss ausüben könne, leuchtet ein, und ich glaube, dass es, wie das Herz der Asteriden, dem es sicher homolog ist, für die Functionen des erwachsenen Thieres ohne Bedeutung ist und ein Ueberbleibsel entweder aus der Jugendentwicklung des Thieres, oder aus der Entwicklung seiner Vorfahren darstellt.

An der Oberfläche der Laterne angekommen, treten nun beide Gefässe, das stärkere Bauchgefäss mit Sicherheit, das sehr enge, den Steincanal begleitende Rückengefäss, wie mir scheint, ebenfalls, in den Blutgefässring ein. Irrthümer sind hier leicht möglich bei der Kleinheit und (in nicht injicirtem Zustand) schlechten Erkennbarkeit der Theile. Der platte Blutgefässring umgibt den Oesophagus, ohne ihm unmittelbar anzuliegen, und findet sich überall an die durchsichtige, die Laterne umhüllende Haut angeheftet. Obgleich durch Coagulum weisslich gefärbt, erscheinen doch seine Grenzen erst dann deutlich, wenn der unmittelbar unter ihm liegende Wassergefässring farbig injicirt wird, da er diesen nicht an allen Punkten deckt.

In einem Versuch, dem er aber selbst geringen Werth beizulegen scheint, bemerkte Hoffmann, dass bei Injection des Wassergefässringes der Farbstoff in das Bauchgefäss übertrat; nur ist

dies niemals gelungen; die Lösung der Frage muss künftigen Versuchen an frischen Thieren vorbehalten bleiben.

Den Abgang von Gefässen aus dem Blut-Schlundring nach dem Munde zu habe ich nicht direct beobachten können. Betrachtet man jedoch einen Querschnitt des Pharynx (des innerhalb der Laterne verlaufenden Theiles des Verdauungscanals) (Fig. 5), so sieht man ihm äusserlich fest angeheftet fünf starke bindegewebige Leisten (bl), welche, von den fünf Mundzacken, wo sie am dicksten sind, entspringend, längs des ganzen Pharynx, sich allmählich verdünnend, in die Höhe laufen und nebst den fünf innern bindegewebigen Leisten, welche die Darmhaut tragen, ihm einen ziemlichen Grad von Steifigkeit verleihen. An den freien Rändern jeder äusseren Leiste läuft jederseits ein Ligament entlang (s), welches, nach oben frei werdend, sich an eine Ecke eines der die Zwischenpyramidenräume deckenden viereckigen Kalkstücke ansetzt; zwischen je zweien dieser Ligamente, auf der Mitte jeder Leiste, erscheint an jeder derselben eine Gefässöffnung (bg). Nach meiner Ueberzeugung gehören diese Oeffnungen fünf Blutgefässen an, welche nur aus dem Blutgefässring entspringen können. Nach unten (Fig. 6) sieht man diese Gefässe sich von der Wand des Pharynx entfernen, um über den an der Mundbasis liegenden Nervenring (nr) (wovon unten) hinwegzutreten. Dabei dehnen sie sich in die Breite, und ihre Ränder, welche etwas weisslicher erscheinen, als die Mitte, scheinen mir die fünf Paar Ligamente darzustellen, von denen Krohn bei der Beschreibung des Nervenringes spricht.

Den weitern Verlauf der Blutgefässe erkennt man am besten an einem Querschnitt der Ambulacra (Fig. 7). Die Echinen besitzen nämlich, so gut wie alle übrigen Echinodermenfamilien, ein Nervengefäss, d. h. ein die ganze Länge des Ambulacralnerven begleitendes Blutgefäss, wie schon Greeff behauptet, wenn auch nicht nachgewiesen hat, und zwar finden wir es hier angeordnet wie bei den Ophiuren. Das Gefäss umspült den Nerven beiderseitig, nicht blos auf der Innenseite, wie bei Asteriden, Crinoiden und Holothurien.

Die Ambulacralgefässe und Nerven der Echinen verlaufen bekanntlich auf einer etwas hervorragenden Längslinie des Innern der Schale, welche sich vom Mund bis in die Nähe des Afters erstreckt. Gerade längs der Firste dieser Leiste heftet sich an die die Schale innerlich auskleidende und an sie durch zahlreiche Fasern befestigte Membran in nur geringer Breite die Gesammt-

heit der ambulacralen Röhren sammt dem Nerven an, und ihre Seitenzweige zu den Ampullen spannen sich über eine Art Hohlraum hinweg, der mit dem Innern der Schale in Verbindung steht, wie die Figur zeigt. Das Nervengefäss wird durch eine Scheidewand in ein äusseres und inneres getheilt, an deren Aussenfläche der Nervenstrang befestigt ist; mit den Seitenästen des Nerven und des Ambulacralgefässes gehen auch aus dem Nervengefäss Zweige nach den Ampullen und Füsschen ab. An den Abgangsstellen fehlt die Scheidewand, wodurch die Einheit der beiden Abtheilungen des Nervengefässes hergestellt wird. Bei den Asteriden und Ophiuren, und wie wir später sehen werden, auch bei den Spatangen und Holothurien münden nun die fünf Nervengefässe direct in einen Ring, welcher dem Nervenschlundring unmittelbar anliegt; bei Asteriden und Ophiuren hat man spärliche Eingeweide-Blutgefässe aus diesem Ring austreten sehen, während von Darmblutgefässen bei ihnen nichts sicheres bekannt ist; Tiedemann, dessen Untersuchungen in diesem Punkt noch keine Bestätigung gefunden haben, leitet sie überdies aus dem Analring her. Das hochentwickelte Darmblutgefässsystem der Holothurien aber steht nachweislich mit dem Nervengefässring in keinem Zusammenhang, während bei Spatangus, wie wir sehen werden, ein solcher sehr wahrscheinlich ist. Wir hätten also bei Echinus eine höchst auffällige Abweichung von dem, was in der ganzen übrigen Familie vorkommt: bei ihnen würde ein mit dem Nervengefäss verbundener Blutcanal um den Nervenring fehlen, dagegen würden jene Blutbahnen in unmittelbarem Zusammenhang mit einem höher am Oesophagus liegenden Blutgefässring und durch ihn mit der Darmcirculation stehen. Es bleibt künftigen Beobachtern, welche frisches Material untersuchen können, vorbehalten, diese Zweifel zu lösen.

Wir kommen nun zum Wassergefässsystem der Echinen. Der Steincanal (stk, Fig. 2 u. 3) entspringt von der Madreporenplatte und steigt von ihr fast geradlinig an der Dorsalseite des Oesophagus neben dem Herzen zur Laterne herab, wo er in den Wassergefässschlundring einmündet. Er wird gebildet durch ein bindegewebiges Rohr, bei vollwüchsigem Echinus esculentus nicht über $^1/_4$ Mm. im Durchmesser, welches keine Kalkeinlagerungen, nur wenige Zellen und Fasern, aber viele körnige Gebilde enthält, zumal Pigmenthaufen. Das Innere ist ausgekleidet von einer hyalinen, sich leicht ablösenden Schicht, welche zahlreiche kleine mit Hämatoxylin sich leicht färbende Zellen enthält; also

durch ein mehrschichtiges Epithel, welches im Leben flimmert. Die äussere Oberfläche trägt ein einfaches Flimmerepithel. An der Oberfläche der Laterne angekommen tritt der Steincanal in den oben erwähnten Ambulacralring ein, ein fünfeckiges, plattes und nicht sehr breites Gefäss, welches am leichtesten an den Ecken zu erkennen ist, in welchen die Poli'schen Blasen entspringen (Fig. 3). Auch der Steincanal mündet in eine solche Ecke. Am besten sieht man das Ringgefäss nach Injection, welche mir auf doppelte Weise gelang: entweder durch eines der ausgerissenen Mundfüsschen, oder leichter und besser in das radiale Ambulacralgefäss selbst, und zwar kurz nachdem es aus dem Auricularfortsatz ausgetreten ist, wo sein Lumen mehr als genügt. Nachdem man das Gefäss gespalten, führt man die Canule ein und comprimirt dann, um den Rücktritt der Flüssigkeit zu verhindern, mit einem etwas steifen Pinsel die Weichtheile gegen die Canüle und die Kalkschale. So injicirt man leicht das Ringgetäss, die Poli'schen Blasen, die vier andern ambulacralen Wassergefässe und auch den Steincanal.

Zwischen je zweien der fünf Bogenstücke auf der Oberseite der Laterne (bs Fig. 3) sieht man ein plattes, weissliches Gebilde mit abgerundeten Seiten (Pb) überall fest an die die Laterne umkleidende Membran geheftet, mit breitem Stiel in den Ringcanal münden: dies sind die fünf Poli'schen Blasen, wie sie sich bei Valentin gut abgebildet finden. An gut injicirten Exemplaren sieht man, dass nicht das ganze Organ sich füllt, sondern nur vom Stiel aus zwei bis drei enge Canäle Farbstoff einlassen, welche sich sehr fein baumartig verästeln, aber ohne die Peripherie zu erreichen (Fig. 3). Die letztere erscheint ausserdem etwas verdickt und zeigt ein gelblich-weisses, mattes Ansehn, ganz ähnlich den Coagula enthaltenden Blutgefässen. Auf Durchschnitten sieht man ausser den feinen Canälen die sehr stark verdickten Wände, gebildet aus einem Gewebe, welches dem des Herzens sehr ähnlich ist: in einer feinkörnigen Grundsubstanz erscheinen einzelne Fasern, Körner, Pigmenthaufen. Soviel ist klar, dass bei der Kleinheit ihrer Höhlung und der geringen Dehnbarkeit ihrer Wände die Poli'schen Blasen der Echinen nicht im Stande sind, der Function vorzustehen, welche man diesem Organ zuzutheilen pflegt, nämlich als Reservoir für den Inhalt des Ambulacralsystems zu dienen; sie sind offenbar ganz verkümmert und ihre Bedeutung würde ohne die Vergleichung mit dem, was wir in andern Echinodermen-

stämmen finden, ebenso unverständlich sein, als es uns die des Asteriden- und Echinenherzens ist.

Aus dem Wassergefässring entspringen dann die fünf Ambulacralgefässe. Sie treten durch einen Canal (ag Fig. 6), welcher zwischen je zwei Pyramiden über dem sie verbindenden Muskel und unter dem parallelopipeden Kalkstück qs verläuft, welches den Zwischenraum zwischen je zwei Pyramiden deckt; an der Aussenfläche der Laterne angekommen, steigen sie an der Aussenseite des Zwischenpyramidenmuskels herunter, wo man sie auch im nicht injicirten Zustande makroscopisch erkennen kann, um sich an der Laternenbasis, wo sie den hervortretenden Nerven mit seinem Gefäss treffen, zu diesen beiden zu gesellen. In Fig. 5 gebe ich die Abbildung eines horizontalen und in Fig. 6 die eines verticalen Schliffs durch die Mitte der Laterne, welche nach der bei den Ophiuren angegebenen Methode erhalten sind, in denen man den Verlauf sowohl des Wasser- als des Nervengefässes verfolgen kann. Fig. 7 zeigt den weitern Verlauf in den Ambulacris.

Zum Wassergefässsystem gehören noch die Ampullen und die Saugfüsschen. Jede Ampulle bildet einen Abschnitt einer Scheibe von geringer Dicke; so stehen sie dicht gedrängt neben einander, die platten Seiten berühren sich, die runden Ränder ragen frei nach innen, die ebenen Abschnitte sind an der Schale befestigt. Die dünnen Wände tragen äusserlich und innerlich ein Flimmerepithel und bestehen aus einer Bindegewebschicht, in welche eingebettet durchscheinende Fasern von rundlichem Querschnitt parallel mit einander und mit der Basis der Ampulle, oft durch Abzweigungen mit einander in Verbindung tretend, dicht neben einander verlaufen, welche von Valentin und Hoffmann abgebildet werden. Dabei sieht man aber — und man braucht nur eine Ampulle bei schwacher Vergrösserung von aussen anzusehen — dass die beiden gegenüberstehenden Wände der Ampullenhöhle durch kurze, ziemlich dicke Faserbündel, die schon beim ersten Anblick den Eindruck von Muskelfasern machen, mit einander verbunden werden (Fig. 11). Sie setzten sich wie mit Wurzeln an den Wänden fest, und nach ihren Ansatzpunkten scheinen sich die Wandfasern enger zusammenzudrängen. Diese Muskeln sind schon von Leydig beschrieben, wie ich aus einer Notiz bei C. K. Hoffmann sehe, werden aber von Letzterem wieder geläugnet. Die Wandfasern halte ich für Bindegewebsfasern, die Querfasern für Muskeln, nicht blos ihres Aussehens wegen. Die letzteren färbt Karmin sehr stark, erstere gar nicht; schwache Säuren verändern keine von

beiden, concentrirter Salpetersäure widerstehen beide gleich lange, aber nur die Querfasern werden von ihr gelb gefärbt. Ausserdem spricht dafür der Mechanismus der Zusammenziehung der Ampullen, welcher doch nur in einer Annäherung ihrer parallelen Wände bestehen kann, wenn nicht die Bewegung der benachbarten Ampullen beeinträchtigt werden soll.

Die Saugfüsschen der Echinen sind von Valentin und Hoffmann beschrieben, doch halte ich es nicht für überflüssig, noch einen Längs- und einen Querschnitt abzubilden (Fig. 8 und 9). Die Aehnlichkeit mit den Asteridenfüsschen ist sehr gross, und doch sind einige wesentliche Verschiedenheiten bemerkbar. Unter der die Flimmerhaare tragenden Cuticula findet sich hier wie dort eine aus wirr durcheinanderlaufenden Querfasern bestehende Hautschicht (hs), welche in der darunter befindlichen Bindegewebsschicht wurzeln, in eine feinkörnige Masse eingebettet; auch hier verlaufen die Hautfasern an der Saugscheibe mehr parallel; aber die Zellen der Hautschicht sind nicht, wie dort, in der Nähe der Cuticula zusammengedrängt, sondern ziemlich gleichmässig über ihre ganze Dicke ausgestreut, wie es bei den Asteriden nur an der Saugscheibe der Fall ist. Die nun folgende Bindegewebsschicht theilt sich in zwei Lagen, von denen die äussere, mächtigere aus Längsfasern besteht, welche im Zustand der Zusammenziehung in regelmässigen Zickzacklinien liegen. Sie ist es, wie bei den Asteriden, welche das Material zu dem bindegewebigen Gerüst der Saugscheibe liefert, in welcher die dieser angehörigen Kalkstücke liegen. Diese letzteren bestehen bekanntlich bei Echinus esculentus in einem vier- bis siebeneckigen polygonalen Ring, genauer, wie wir im Durchschnitte sehen, aus drei bis vier platten, übereinander liegenden Ringen (kr Fig. 8), auf dessen Polygonseiten nach der Spitze zu die Kalkplatten der Rosette ks aufliegen. Kalkspiculae in andern Gegenden der Füsschen habe ich nicht gesehen, obschon sie bei andern Arten vorkommen mögen. Die Ringfasern der Bindegewebsschicht liegen den Längsfasern innerlich an, scharf gerundet und etwas voneinander gesondert (Fig. 8). Weiter nach innen folgt dann eine starke Muskelschicht (ms), die einzelnen Fasern wie bei den Asteriden in eine hyaline Bindegewebsmasse eingebettet, welche nach der Höhlung zu die Muskelschicht um etwas überragt und das Epithel trägt. Den Hauptunterschied von den Asteriden bildet das Verhalten des Nerven (n Fig. 9). Dieser bildet hier einen deutlich gesonderten Strang, wie bei den Ophiuren und Holothurien, der Innenseite des Füsschens entlang laufend.

Er ragt mit abgerundeter Oberfläche in die Hautschicht hinein, mit welcher er sehr fest verbunden ist, und reicht nach innen, die Längsfasern ganz verdrängend, bis zu den Ringfasern des Bindegewebes, wo er gerade und scharf abgeschnitten endigt und zwischen sich und diesen Fasern einen schmalen, aber deutlichen Spalt lässt, den man wohl als eine Verzweigung des Nervengefässes ansehen muss. Der Nerv des Füsschens besteht aus Längsfasern, deren Durchschnitte man deutlich erkennt; dazwischen finden sich meist einige Pigmentkörner. Der Mechanismus des Ansaugens der Füsschen ist hier derselbe wie bei den Asteriden. Die innersten Längsmuskellagen setzen sich durch die Oeffnung der Rosette unmittelbar an die Saugscheibe an, um durch das Zurückziehen von deren Mitte den Saugnapf hervorzubringen; die Rosette verstärkt die Wirkung, indem sie die Oberfläche vergrössert, auf welche der äussere Druck wirkt.

Noch etwas weiter ausgebildet findet sich dieser Mechanismus an den Füsschen von Echinus saxatilis (Fig. 8). Hier ragen die innern Enden der Rosettenstücke über den Ring nach dem Centrum zu hervor, und an diese Verlängerungen setzen sich Muskelfasern an, welche zum Theil von dem Ring ausgehen. So entsteht eine Hebelwirkung mit dem Ring als Stützpunkt, welche die Bildung des Saugnapfes wesentlich erleichtern muss.

Die Kenntniss des Nervenschlundrings der Echinen verdanken wir Krohn (Müll. Arch. 41), sowie die Angabe einer guten Methode, um zu demselben zu gelangen. Eine Erleichterung fand ich noch darin, dass ich nach dem Durchschneiden (besser Durchsägen) der Mitte der Pyramiden das Ganze in verdünnte Salzsäure brachte; dann fielen die lästigen Zwischenpyramidenmuskeln wie von selbst ab und die Theile liessen sich sehr leicht auseinander legen. Zu dem über den Nervenring Gesagten habe ich nichts hinzuzufügen. Die Gestalt des Ambulacralnerven erkennt man aus Fig. 7. Die beiden Seitenhälften sind im Verhältniss zur Mittellinie etwas verdickt, darum sieht man bei der Ansicht des Nervenstrangs von oben in der Mitte eine hellere Linie verlaufen, welche als Gefässlumen gedeutet wurde.

Wenn man neben dem Nervenstrang jederseits einen ihm parallelen Schnitt führt, so ist es leicht, ihn nebst den ihn begleitenden Gefässen von der Schale abzuheben und in feine Längs- und Querschnitte zu zerlegen. In Längsschnitten sieht man, wie bei allen andern Echinodermen, zarte Längsfasern dicht neben einander verlaufen; ihre etwas verwaschenen Grenzen verhindern

auch hier eine genaue Messung, doch scheinen sie mir entschieden gröber, als bei den Asteriden. Zwischen ihnen finden sich zahlreiche Pigmentkörner, theils einzeln, theils in Gruppen.

Der äusseren, der Schale zugewendeten Fläche liegt auch hier eine Schicht von Zellen an, von 0,0035 M. mittlerem Durchmesser, rundlich, etwas glänzender, als ich sie anderwärts gesehen, mit nicht sehr deutlichen Kernen. (Fig. 7) Sie liegen in einer oder zwei Reihen, oft einzelne weiter nach innen vorgeschoben, und sind offenbar die eigentlichen Nervenzellen. Die bei den Crinoiden, Asteriden und Holothurien so auffallenden Querfasern fehlen ganz, was meine Meinung über die bindegewebige, stützende Natur jener Fasern, welche sich nur da finden, wo der Nervenstrang nicht durch einen äusseren Kalkpanzer geschützt ist, bekräftigen muss. Auf dem Querschnitt bemerkt man, dass die Mitte des Nerven sich von den Seitentheilen durch nichts unterscheidet, als durch seine relative Dünnheit; in der Nervensubstanz bemerkt man ein grobkörniges Ansehen, als Ausdruck des Durchschnittes der Längsfasern; dazwischen die andern genannten Elemente.

Zu jeder Ampulle tritt ein Seitenzweig des Nerven.

Von dem Darm pflegt man als besondere Abtheilung das innerhalb der Laterne gelegene Stück, den Pharynx, zu behandeln, und zwar mit Recht, sowohl seiner Lage, als seines abweichenden Baues wegen. Er besteht aus einem bindegewebigen Cylinder, welcher der äusseren Bindegewebsschicht des Echinodermendarms entspricht; ihm liegen nach innen zu die Ringmuskeln an, nur schwach vertreten; ein eigentlicher Sphincter oris fehlt. Dagegen wird die innere Bindegewebsschicht durch fünf starke dreikantige, interambulacral gelegene Längsleisten dargestellt, welche einander nicht berühren (Fig. 5 ib). An ihrer Basis sieht man eine mässig starke Lage von Längsmuskelfasern verlaufen. Sie bestehen aus hyalinen Massen mit wenigen feinen Fasern nach allen Richtungen durchzogen, mit Körnern, Pigmenthaufen und Zellen. Auf ihnen und in ihren Zwischenräumen auf der Muskelschicht ruht dann die allen Echinodermen zukommende Darmhaut von dem gewöhnlichen Bau: dicht gedrängte feine Querfasern mit dazwischen eingestreuten kleinen Zellen von etwa 0,002 M., darüber die Cuticula.

Im Oesophagus (Fig. 12), welcher von der Laterne zum After und von da zum Anfang der ersten Darmwindung reicht, sind ganz ähnliche Verhältnisse; von aussen nach innen folgen: Flimmerepithel mit äusserer Bindegewebsschicht, Ring- und Längs-

muskeln und innere Bindegewebsschicht. Diese ist nicht in Längsleisten getheilt, sondern überall zusammenhängend; wohl aber bildet sie nach innen viele kleine warzenartige Vorsprünge, welche annähernd Längsreihen bilden, deren ich bei E. Melo 26—30 zähle. In diesen Verdickungen kommen die gewöhnlichen Bindegewebselemente vor, ausserdem die bekannten Kalk-Doppelhaken, welche bei Melo sich in den meisten Geweben finden, bei andern Echinen viel seltner sind. Am innern Rand der Bindegewebsschicht concentrirt sich das Pigment. Die innere Hautschicht zeigt nichts Eigenthümliches; ihre Dicke ist auf der Höhe der Warzen beträchtlicher, als in den Zwischenräumen. Fast in allen Darmtheilen der Echinodermen finden wir die innere Bindegewebslage in Leisten oder warzenartigen Vorsprüngen nach innen vorragend; die Folge davon ist eine Vergrösserung der verdauenden Oberfläche. Darum sind diese Hervorragungen immer am Anfang des Darmcanals bedeutender als gegen das Ende, und hier, im Oesophagus der Echinen, sind sie besonders stark und regelmässig entwickelt. Drüsen habe ich nirgends gesehen.

Am Eintritt des Oesophagus in die erste Darmwindung findet sich eine sackförmige Erweiterung, bei verschiedenen Arten ungleich entwickelt, aber immer viel weniger auffallend, als das an derselben Stelle gelegene und ihr entsprechende Divertikel der Spatangen. Von da an zieht sich längs der Ventralseite der ersten Darmwindung hin, zwischen ihr und dem Bauchgefäss, eine Verdoppelung des Darms (HO Fig. 1), ein zweiter engerer Darm von überall gleicher Weite (etwas über 1 Mm. an ausgewachsenen Exemplaren von Ech. esc.), welcher bis zum Anfang des letzten Viertels der ersten Darmwindung reicht, und sowohl dort als dicht am Eintritt des Oesophagus in den Darm einmündet. Es ist klar, dass wir hier dasselbe Organ vor uns haben, wie das von C. K. Hoffmann bei den Spatangen entdeckte und „gewundenes Organ“ genannte Darmdivertikel, für welches ich, da dasselbe nicht gewunden ist, den Namen „Hoffmann's Organ“ vorschlage. Ein Divertikel ist es jedenfalls, trotz der Besonderheit seiner doppelten Einmündung, und wenn die Echinen von den Asteriden abstammen, wie wir nicht zweifeln können, so werden wir es von den Coecis der letzteren abzuleiten haben. Allem Anschein nach ist es ein in Rückbildung begriffenes Organ, ein Rudiment. Der innere Bau unterscheidet sich in nichts von dem des eigentlichen Darms; immer habe ich es leer gefunden.

Dieses Darmdivertikel der Echinen scheint schon von Monro

gesehen worden zu sein, wie ich aus einer Citation bei Tiedemann vermuthe, wo es heisst: „am untern Rande von der ganzen Länge des Gekröses finde ich zwei Gefässe ohne Klappen, ungefähr von derselben Grösse und parallel liegend“ etc., womit er nur das Rückengefäss und das zwischen ihm und dem Darm verlaufende Hoffmann'sche Divertikel bezeichnen kann. Nachdem dieses Organ von Hoffmann für Spatangus purpureus beschrieben war, liess sich dessen Vorkommen bei den Echinen vermuthen; bei diesen letzteren ist sein Verlauf einfacher und ursprünglicher, da es seiner ganzen Länge nach dem Darm anliegend bleibt. Bei den Spatangen hat das Darmstück eine stärkere, unregelmässige Krümmung gemacht, und die vordere Hälfte von Hoffmann's Organ läuft dort sammt dem Bauchgefäss quer über den Schalenraum weg, indem es einen kürzern Weg beschreibt, als der Darm selbst.

Längs der ganzen ersten Darmwindung sehr häufig, seltener in der zweiten, sieht man an Längsschnitten in der innern Bindegewebsschicht des Darms zahlreiche feine Oeffnungen, die Lumina der Gefässverzweigungen, welche, vom Bauchgefäss entspringend, den Darm überspinnen und wahrscheinlich jenes mit dem Rückengefäss in Verbindung bringen; natürlich gehen sie dabei quer über Hoffmann's Organ weg. Ihre Injection ist mir nur stückweis gelungen.

In Fig. 10 sehen wir einen Querschnitt des Darms mit Hoffmann's Organ und dem Bauchgefäss. Zwischen den beiden ersteren erscheint ausserdem noch der Querschnitt eines starken Muskelbündels, mb, aus groben, durch Bindegewebe untereinander vereinigten Fasern bestehend, welches nach hinten an Dicke abnimmt und über das anale Ende von H's. Organ hinaus kaum noch wahrzunehmen ist; nach der Mundseite zu aber geht es, wenn auch sehr verdünnt, auf den Oesophagus über und ist auf dessen ganzer Länge zwischen ihm und dem Ventralgefäss nachzuweisen. Die Spannung dieses Muskels muss den innern Rand des Darms nach innen ziehen, und bei der dorsalen Anheftung derselben in abwechselnd obern und untern Bogen dessen Lumen erweitern, also durch Wechselwirkung mit den Ringfasern zur Bewegung des Darminhaltes beitragen.

Die Mundöffnung der Echinen wird durch fünf Spitzen gebildet, in welche der Schlund ausgezogen ist; in jeder Spitze steckt das verdickte Ende einer der fünf Leisten, welche, wie wir oben sahen, dem Pharynx äusserlich anliegen. Um die fünf Spitzen herum nach aussen schlägt sich die Mundhaut, um nun

eine ringförmige nach innen vertifte Falte auszukleiden (mf, Fig. 6), welche den Raum zwischen dem Pharynx und den Zahnspitzen einnimmt und beim Oeffnen der Zähne Zerrungen des Pharynx verhindert. Vom Innern der Pyramiden aus gesehen erscheint die tiefste Stelle der Falte in fünf bläschenartige Spitzen ausgedehnt, welche zwischen je zwei Leisten liegen, und um deren Basis der Nervenring läuft. Zwischen den Zahnspitzen hindurch setzt sich die Mundhaut in ganz allmählichem Uebergang auf die Oberhaut der Mundscheibe fort, deren Bau ganz dem der Rückenhaut eines Seesterns gleicht. Die untere Lage der Cutis besteht aus groben, in allen Richtungen gekreuzten Fasern, zwischen denen einzelne Kalkstücke liegen, von denen die zehn Platten der Mundfüsschen die grössten sind; über ihr, scharf abgesetzt, folgt die oberste, die Fortsetzung der Darmhaut bildende Schicht, von demselben Bau, wie bei den Asteriden: zarte, büschelförmig gruppirte Querfasern mit besonders an der Basis zahlreichen Zellen: endlich die Cuticula. Nach der Peripherie zu wird die Oberhaut dünner, ohne ihren Bau zu ändern; sie überzieht noch die äusseren Mundkiemen, baumförmig verzweigte Röhren, aus einem bindegewebigen Gerüst bestehend mit Längs- und Querfasern und den gewöhnlichen Bindegewebselementen.

Aeusserlich ist die ganze Laterne durch eine zarte Membran lose umgeben, welche die in derselben enthaltenen Hohlräume von der allgemeinen Leibeshöhle, wenn auch unvollständig, absperrt. Am auffallendsten erscheint die Membran da, wo sie auf der Oberseite der Laterne um die fünf hervorragenden hinten noch weichen Enden der Zähne (ze, Fig. 3) sich sackartig herumschlägt, und, wenn mit Flüssigkeit gefüllt, das Ansehn länglicher Blasen annimmt, welche mehrfach, auch noch von neueren Beobachtern, für die Poli'schen Blasen genommen worden zu sein scheinen. Die von jener Membran umschlossenen Höhlungen der Laterne, welche ich mit dem von Semper beschriebenen Schlundsinus der Holothurien für homolog halte, nehmen vorzüglich das Innere der Pyramiden und den cylindrischen Raum um den Pharynx ein; dazu gehören ferner noch schmale spaltenförmige Räume zwischen den Interpyramidenmuskeln. Die einander zugewendeten Flächen je zweier Pyramiden besitzen bekanntlich eng stehende horizontale Leisten, auf deren Höhe je eine doppelte Quermuskelschicht aufsitzt. Die den Furchen zwischen den Leisten entsprechenden Räume sind leer, mit Epithel bekleidet, und bilden einen Theil der Laternenhöhle.

2. Spatangus meridionalis.

Von der Anatomie des Spatangus hat C. K. Hoffmann eine vortreffliche Darstellung gegeben. Die Lagerung der Eingeweide bei Spatangus (Fig. 16) dürfte jedoch durch engeren Anschluss an das bei Echinus vorkommende verständlicher werden. Während Hoffmann bei Spatangus vier Darmwindungen annimmt, sehe ich deren nur zwei, welche ebenso, wie bei Echinus, übereinanderliegen und in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Zu dem Anfang der untern Windung tritt, allerdings auf einem Umwege, der Oesophagus: von dem Ende der obern geht der Mastdarm ab. Ein wesentlicher Unterschied von den Echinen in Betreff der Darmlagerung findet sich hier aber darin, dass bei Echinus die Stelle, wo die beiden Darmwindungen auf einander stossen, um wieder rückläufig zu werden (nennen wir diese Stelle die Darmlücke) nach J. Müller's Terminologie in dem unparen Interradius liegt, d. h. in demjenigen, welcher die Madreporenplatte enthält und dem unparen Radius gegenüberliegt, während bei Spatangus gerade dieser unpare Radius durch die Mitte der betreffenden Darmlücke läuft. So liegt also, wenn der Beobachter die Madreporenplatte zwischen sein Auge und den Scheitelpol des Thieres bringt, die Darmlücke bei Spatangus von ihm abgewendet, bei Echinus ihm zugewendet.

Den Oesophagus, den ich hier in Ermangelung eines hinreichenden Grundes nicht vom Pharynx trenne, rechne ich, wie bei Echinus, bis zum Anfang des Divertikels. Er steigt nicht, wie dort, zum Scheitelpol empor, wohl aber thut dies das Divertikel, welches hier viel stärker entwickelt ist. An diesem läuft dann der Steincanal herab, um sich längs dem Oesophagus zum Munde zu begeben. Am besten sieht man diese Verhältnisse, wenn man einen Spatangus, den man mit von sich abgewendetem Munde vor sich liegen hat, durch zwei Sägeschnitte öffnet, von denen der eine vertical, wenige Millimeter rechts von der Mittellinie, der andere horizontal und nicht zu tief geführt wird, um den Darm zu schonen. Nach Wegnahme des Schalenstücks sieht man dann das Divertikel senkrecht an seinem Mesenterium in der Mittellinie aufgehängt; über und hinter ihm steigt der Steincanal von der Madreporenplatte zwischen den beiden Stützplatten herab; gerade nach hinten legt er sich ans Herz und verlässt dasselbe wieder, um unter dem Divertikel nach vorn zu laufen. Dünne

Querschnitte durch das Herz zeigen die parenchymatösen Theile ebenso zusammengesetzt, wie bei Echinus: eine granulöse bindegewebige Masse, Körner, Zellen, Fasern enthaltend. Ich sehe keinen Grund, letztere für Muskeln zu halten, auch erlaubt ihre geringe Zahl und unregelmässige Anordnung nicht, in ihnen die Träger einer Herzcontraction zu sehen. Hier findet sich jedoch eine grössere centrale Höhle neben verschiedenen kleineren Oeffnungen, welche bei Echinus fehlt. Die centrale Höhle ist sehr unregelmässig gestaltet, vielfach durch Querstränge und dünne Membranen getheilt. Ein Epithel sehe ich nicht, ihre Wände unterscheiden sich nicht von dem Parenchym. Der Steincanal, welcher an seinem Cylinderepithel leicht kenntlich ist, liegt dem Herzen äusserlich an, aber näher, als bei den Echinen; eine Communication zwischen ihm und den Höhlen im Innern habe ich nicht gefunden. An dem untersten Theil des Herzens jedoch, wo sich der Steincanal etwas erweitert, sehe ich seine innere, dem Herzen anliegende Wand immer stark verdünnt und erkläre mir daraus folgenden Vorgang bei Injectionen in das Herz. Dieses Organ ist consistent genug, um eine Ligatur zu ertragen; bringt man die Canule von oben in seine Höhle ein, unterbindet und injicirt dann, so dringt die farbige Flüssigkeit in den Steincanal ein, und ich kann dies nur durch die leichte Zerstörbarkeit seiner Wandung am untern Theil des Herzens erklären. Dies geschah bei allen Versuchen, die ich machte, meiner Erinnerung nach sechs Mal. Der Steincanal, nachdem er am Herzen vorübergegangen ist, wird von einem oder zwei feinen Gefässen begleitet. Nach allem diesen kann ich keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem Herzen der Spatangen und Echinen finden, und sehe keinen Grund, dieses Organ mit Hoffmann bei den Spatangen ein „Wasserherz" zu nennen; auch seine Bedeutung erscheint hier dieselbe, wie dort; etwas „drüsenähnliches" habe ich nirgends gefunden.

Verfolgen wir den Steincanal weiter in seinem Verlauf unter dem Divertikel hin, so gelangen wir an die Stelle, wo am Ursprung des Divertikels, also da, wo der Oesophagus anfängt, dieser mit der Stelle zusammentrifft, wo rechts die untere Darmwindung sich in die obere umbiegt (immer die oben angegebene Stellung des Thieres und seine Lage mit dem Bauch nach unten vorausgesetzt). An dieser Stelle (oc, Fig. 16) geht der Steincanal zum Oesophagus über, tritt aber ebenda in Verbindung mit dem Ventralblutgefäss der oberen Darmwindung, so dass alle von mir

in das Herz gemachten Injectionen mehr oder weniger weit, meist einen bis zwei Zoll, in dieses Gefäss eindrangen, während ich eine Fortsetzung der Injection in das entsprechende Gefäss der untern Darmwindung niemals beobachtete. Hoffmann hat bei den Spatangen das Wassergefäss, wenn ich ihn recht verstehe, nur von dem Ventralblutgefäss der untern Darmwindung aus, vermittelst eines von ihm entdeckten Verbindungszweigs jenes Blutgefässes mit dem Wassergefässring injicirt; dies erklärt es, warum er diese von jenen Theilen ziemlich entfernt liegende Verbindung nicht aufgefunden. Der Steincanal tritt nun längs der Speiseröhre herab in den Wassergefäss-Mundring ein (und zwar in den rechten Mundwinkel), einen sehr feinen Canal, auf den ich später zurückkommen werde.

Auch die fünf Ambulacra sind verhältnissmässig sehr feine Röhren, und das ganze Wassergefässsystem der Spatangen scheint für das Leben des Thieres, wenigstens für seine Ortsbewegung, ziemlich bedeutungslos. Die so wenig zahlreichen und winzigen Saugfüsschen sind zur Fortbewegung ziemlich werthlos, wogegen die Ambulacralkiemen, welche den Athmungsprocess gewiss mehr durch Uebertragung des Sauerstoffs von den Ampullen an die Leibeshöhlenflüssigkeit, als durch die engen Ambulacralgefässe vermitteln, besonders für die platten, dickschaligen Formen sehr wichtig werden mögen. Fig. 13 zeigt einen Durchschnitt durch das Ambulacrum von Spatangus meridionalis, wo man sieht, dass die Wände des engen Wassergefässes dicker sind, als bei Echinus; an den meisten Querschnitten findet sich noch ein sehr enges Gefässlumen (beig), an der Peripherie des Wassergefässes, das ich nicht zu deuten weiss. Die Saugfüsschen unsrer Spatangen sind gebaut, wie die der Echinen. Aeusserlich die Hautschicht, zu stark pigmentirt, um eine genauere Untersuchung zu erlauben; dann eine äussere longitudinale und eine innere circuläre Bindegewebsschicht; die erstere enthält zahlreiche Kalkspiculae, die ich bei den mir bekannt gewordenen Echinen nicht gefunden; endlich die Längsmuskelschicht, in hyalines Bindegewebe eingebettet, welches sich ebenso verhält, wie dort. Eine eigentliche Saugscheibe fehlt, doch findet sich eine einfache zarte Kalkrosette aus einem Stück, ohne centrale Oeffnung und nicht kreisrund, sondern einer Maler-Palette ähnlich. Die Ambulacralkiemen waren an meinen Exemplaren leider nicht gut erhalten, doch konnte ich durch Längs- und Querschnitte mich überzeugen, dass aus jedem der beiden Schalenporen, welche mit dem Ambulacralcanal com-

municiren, ein gesondertes Rohr in die Kieme tritt; beide verlaufen bis an die Spitze und zwischen ihnen liegt der gekammerte und zum Theil baumartig verzweigte Theil, welchen man auf Abbildungen sieht. Die sehr kleinen Ampullen der Saugfüsschen sind einfach; die der Ambulacra petaloidea dagegen sind sehr gross und zeichnen sich durch stark vorspringende Längsfalten aus, deren innere Ränder durch eine Reihe starker Querfäden (die mir aber hier nicht musculös scheinen) in der Lage erhalten werden, wodurch eine grössere Anzahl der Haupthöhle der Ampulle äusserlich anliegender spindelförmiger Nebenhöhlen entstehen: offenbar eine Vergrösserung der Sauerstoff abgebenden Oberfläche. Bezüglich der Tastfüsschen, welche um Mund und After stehen, habe ich der Hoffmann'schen Beschreibung nichts hinzuzufügen.

Wenn wir uns nun zu der Blutcirculation der Spatangen wenden, so finden wir hier die beiden Gefässsysteme, das des Darms und das der Ambulacra, nur durch eine feine Anastomose mit einander verbunden, und den um den Mund gelegenen Blutgefässring dem Ambulacralsystem fast ausschliesslich angehörend: ein Uebergang zu dem, was wir später bei den Holothurien finden werden. Hoffmann beschreibt nur die Darmgefässe und schweigt von einem Ringgefäss um den Mund gänzlich; und da es ihm bei unbeschränktem Vorrath von frischem Material nicht hat gelingen wollen, ein solches und seine Verbindung mit den ersteren aufzufinden, so hatte ich bei meinen geringen Mitteln wenig Hoffnung auf weiteres Vordringen. Es blieb mir nur eine Methode übrig, nämlich durch Querschnitte zu untersuchen, ob ein Gefäss am Oesophagus herablaufe, und wie weit. Dies ist nun allerdings der Fall, und zwar läuft dicht neben dem Steincanal, welcher wie bei den Echinen an der dorsalen Seite des Oesophagus durch eine schmale Mesenterialplatte angeheftet ist, ein grösseres Gefäss, ungefähr von demselben Lumen, wie er selbst, während er bei den Echinen nur von einem bis zwei ganz feinen Gefässen begleitet war, wogegen ich ein ventrales Gefäss, welches dort stark ist, nicht finden kann. Dies Gefäss tritt ohne merkliche Verengerung so nahe an den Mund heran, als man überhaupt untersuchen kann, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass es in den Blutgefässring, dessen Vorhandensein ich später nachweisen werde, wirklich eintritt.

Auch den Analring lässt Hoffmann unerwähnt, und obgleich es mir auch hier nicht vergönnt war, ihn selbst aufzufinden, so

sah ich doch, wie bei Echinus, aus der unmittelbaren Nähe des Afters ein zartes Gefäss mit dem Steincanal zum Herzen hinabsteigen, welches sich auch nach dem Austritt aus demselben wiedererkennen liess, und am Mastdarm sehe ich zwischen den zwei Blättern des ventralen Mesenteriums ein nicht unbedeutendes Gefäss dicht an jene Gegend herantreten; also ist auch sein Vorhandensein wahrscheinlich.

In Betreff des weitern Verlaufs der Darmblutgefässe schliesse ich mich ganz an Hoffmann an. Der bei weitem stärkste Stamm liegt auch hier der Concavität (Ventralseite) der untern Darmwindung dicht an (Fig. 16) und entfernt sich erst von ihr etwas weiter, wo Hoffmann's Organ den Darm verlässt, um fast im rechten Winkel quer über zu seiner Einmündungsstelle am Ende des Oesophagus zu laufen. Hier theilt sich das Gefäss in drei Zweige: der eine nähert sich dem Darm allmählich wieder und begleitet ihn weiter, ohne aber den Mund zu erreichen; an der Stelle, wo er mit dem Darmvertikel zusammentrifft, gibt er einen Zweig an dieses ab; so weit gelangten meine Injectionen ohne Schwierigkeit. Nach Hoffmann's Beobachtung aber schlägt sich ein anderer Zweig desselben um den Darm herum und läuft als Rückengefäss an demselben Darmstück wieder zurück. Ich habe das nicht gesehen, zweifle aber nicht daran, trotz der grossen Abweichung von der Circulation bei Echinus, die es voraussetzt. Der andere Zweig des Bauchgefässes begleitet Hoffmann's Organ und gibt nach kurzem Verlauf einen dritten Zweig nach vorn ab, welcher dicht an der Innenseite der Stützplatte verlaufend in die linke Mundecke tritt und sich in den Wassergefässring einsenkt. Diese Verbindung der beiden Gefässsysteme ist von Hoffmann entdeckt; ich konnte sie durch mehrfache Injectionen sowohl in das Ventralgefäss, als in das Herz bestätigen. An allen Stellen des Darms findet man auf Querschnitten sowohl ein Rücken- als ein Bauchgefäss; die lacunären Räume und feinen Verzweigungen am Darm konnte ich nicht injiciren, sehe aber ihre Lumina deutlich in der innern Bindegewebsschicht des Darms.

Wenn man den Mund von Spatangus nach Wegnahme der Schale von oben betrachtet (Fig. 17), so sieht man vor der queren Mundspalte die Oberlippe, aus einzelnen, ovalen, beweglich verbundenen Kalkblättchen zusammengesetzt, nach hinten durch den Anfang der Oesophagus, nach vorn durch eine abgerundet polyedrische Figur begrenzt, aus deren drei vorderen Ecken die vordern Ambulacra, aus den hintern die beiden Ambulacra des Bauches

abgehen. Diese Figur ist (mit Ausnahme der Basis am Oesophagus) durch eine doppelte Linie begrenzt; die äussere (nr), in der Figur durch unterbrochene Striche angedeutet, rührt vom Nervenring, die innere (ar), von jener nur wenig abstehende, punktirte, vom Wassergefässring her, und man kann die von jedem von beiden nach den Ambulacris abgehenden Zweige sehr wohl erkennen. Die Unterlippe mit der Ergänzung dieser Ringe wird in der Figur durch den Oesophagus verdeckt. Die ganze Oberfläche jenes unregelmässigen Fünfecks nun wird von einer losen Membran überspannt, welche Hoffmann für einen Theil der innern Schalenhaut hält, die sich abgelöst habe: aber die innere Schalenhaut lässt sich unter ihr, den Kalktheilen wie überall fest anliegend, leicht nachweisen. Die lose Membran ist nichts Anderes, als die Wand des hier ungeheuer erweiterten Blutgefässrings. Wenn man vorsichtig eines der Kalkplättchen der Oberlippe von aussen anbohrt und die konische Spitze der Spritze in diese Oeffnung einsetzt, so gelingt es leicht, diese Höhlung und ihre Fortsetzung am Rande der Unterlippe anzufüllen. Jedesmal drang der Farbstoff eine Strecke weit in die Nervengefässe der Radien; einmal, wie es mir schien, 1—2 Mm. in das am Steincanal herablaufende Blutgefäss. Leider erlaubte der Zustand meines Materials nur die Anwendung eines sehr schwachen Drucks.

Die Unterlippe des Spatangus tritt unter der Oberlippe nach vorn hervor, und so kann die ihrem Rand entlang laufende fünfte Seite des Mundrings nicht mit den vier andern in derselben Ebene liegen und die Lage der Theile gegen einander lässt sich kaum anders, als in einem Querschnitt darstellen. Einen solchen sehen wir in Fig. 18, ol Oberlippe, ul Unterlippe. Wir sehen an der Oberlippe den grossen Blutsinus (ngr), an seiner Grenze den Nervenring (nr) einschliessen, welcher, nur mit einem Rand befestigt, oben und unten von der Blutflüssigkeit bespült wird; der enge Ambulacralgefässring (ar) liegt dem Blutgefäss äusserlich auf, und zeigt häufig, am deutlichsten an der Unterlippe, neben sich ein viel kleineres Gefäss, welches ihm dem Bau nach vollkommen gleicht, und wahrscheinlich zu dem oben bei dem Ambulacralwassergefäss erwähnten feinen Gefäss in Beziehung steht.

Ganz nach innen, wo die Kalkplatten am beweglichsten und bei geöffnetem Mund nach innen zurückgeschlagen sind, zeigen sich die Durchschnitte der Fasern eines kräftigen Ringmuskels (rm), bestimmt, den Mund zu schliessen. An der Unterlippe treffen wir alle diese Theile wieder an. Der Blutgefässring, obgleich

viel enger, als an der Unterlippe, ist doch noch viel voluminöser, als bei anderen Echinodermen; nach aussen wird er hier nicht von der Schale begrenzt, sondern vom Anfang der Darmhaut. Aeusserlich liegt ihm, wie dort, der Ambulacralring (agr) an, der Nervenring (nr) liegt in seinem Innern, aber hier mit beiden Rändern befestigt, obgleich ebenso wohl, wie auf der Oberlippe, allerseits vom Blute umspült. Von dem Blutgefässring gehen die Nervengefässe nach den fünf Ambulacris ab (Fig. 13), und zwar liegt der Nerv ebenso, wie bei den Echinen, in der Mitte derselben, durch die feine Platte, auf der es ruht, nur an den Rändern in ihm befestigt, und ist von allen Seiten mit Blut umgeben. Die äussere Wand des Nervengefässes ist nicht, wie bei Echinus, nur in der Mittellinie an die Schalenhaut angeheftet, sondern macht mit letzterer in seiner ganzen Breite ein Ganzes aus; die obere Wand ist auffallend dick, und zeigt in seiner Continuität eine bis drei Oeffnungen (bg), offenbar Gefässlumina, welche mit Coagulum dicht gefüllt zu sein pflegen; über Ursprung und weitern Verlauf dieser Gefässe konnte ich nichts erforschen: vielleicht sind sie Anfänge der Seitenzweige, welche zu den Füsschen treten. Bei gewissen Holothurien werden wir etwas ähnliches finden. Ueber die Epithelien der Blutgefässe, sowohl bei Echinen als Spatangen, erlaubt mir der Erhaltungszustand meines Materials kein bestimmtes Urtheil.

Der Querschnitt des Nerven (Fig. 13) ist nicht, wie bei den Echinen, in der Mitte verdünnt, sondern gleich breit und verdünnt sich nur nach beiden Rändern hin. In Betreff seiner histologischen Elemente verweise ich auf das bei den Echinen gesagte; er besteht aus zarten Längsfasern ohne Querfasern; er enthält stellenweis zahlreiche Pigmentkörner und an seiner der Schale zugewendeten Seite eine Schicht Nervenzellen, welche den dort beschriebenen völlig gleichen.

Ueber den Verlauf des Darmes bei Spatangus habe ich oben gesprochen; es bleibt mir nur noch übrig, einiges über seinen histologischen Bau hinzuzufügen. Derselbe weicht von dem, was wir bei andern Familienverwandten gesehen haben, in nichts wesentlichem ab, nur ist im Allgemeinen sein bindegewebiger Theil stärker entwickelt, als bei irgend einem der bisher betrachteten Thiere, offenbar weil der schwere, sandige Inhalt eine gewisse Consistenz der Darmwände voraussetzt. Auch hier wird die äusserste Schicht von einem Flimmerepithel gebildet, in eine dünne hyaline Bindegewebsschicht eingeschlossen, dann folgen

die Ring- und die Längsmuskeln, wie immer am stärksten im Oesophagus entwickelt, aber im Ganzen ziemlich schwach, so dass man erstaunt, wie durch einen so unbedeutenden Apparat eine so bedeutende träge Sandmasse zum Theil aufwärts befördert werden kann. Auch im Oesophagus ist die Bindegewebsschicht am dicksten (bs, Fig. 19); sie besteht, wie überall, aus hyaliner Grundsubstanz mit vielen geschlängelten Fasern, Zellen und Körnern und enthält Pigment, welches besonders in den hinteren Theilen des Darms massenhaft auftritt, in schwarzen und gelben Körnern. Nach innen erhebt sich die Bindegewebsschicht in die bekannten Längsleisten, welche hier auffallend schmal und steil ansteigend erscheinen, besonders im Oesophagus, während ich sie, zumal im Divertikel und in dessen Nähe, mehr abgerundet sehe. Das Innere dieser Gewebslage enthält die den Darmgefässen angehörenden feinen Oeffnungen, welche je nach der Oertlichkeit von sehr verschiedener Häufigkeit sind, am gedrängtesten in der untern Darmwindung, am seltensten im Mastdarm.

Die Darmhaut, welche, wie anderwärts, die innere Fläche des Darms überzieht, unterscheidet sich im Bau in nichts von dem, was wir bisher gesehen haben. Sie besteht aus Querfasern mit dazwischen liegenden Zellen, aber ihre Dicke ist hier geringer, als irgendwo, und beträgt z. B. im Oesophagus des Spatangus nur 1, wenn wir dieselbe Schicht an derselben Stelle bei Echinen gleich 5 setzen. Im Divertikel ist sie etwas stärker entwickelt.

Von der äussern Haut weiss ich nichts zu sagen. Die Stacheln der Spatangen sind etwas anders gebaut, als die der Echinen. Letztere enthalten bekanntlich einen Kern, ganz aus dem gewöhnlichen Schalengewebe bestehend, von welchem nach der Peripherie regelmässige, markstrahlenähnliche Scheidewände ausgehen; zwischen diesen Scheidewänden liegt dann eine oder zwei Reihen durchsichtiger Kalkprismen, welche dem Stachel seine Steifigkeit und der Spitze ihre Feinheit geben, man könnte sie Krystallprismen nennen. An der Basis des Stachels werden diese Prismen von der Markmasse auch äusserlich eingehüllt. Bei Spatangus existirt ein Markgewebe nicht oder nur im Rudiment; das Centrum des Stachels wird von einer Höhle eingenommen (Fig. 20), und um diese herum liegen concentrisch zwei Lagen Krystallprismen, eine innere, kleinere, und eine äussere, breitere und dickere. Zwischen beiden Lagen befindet sich eine Reihe ovaler kleiner Höhlungen, von denen jede durch feine Canäle zwischen je zwei innern Prismen hindurch mit der Centralhöhle, zwischen

je zwei äussern Prismen hindurch mit der Aussenwelt communicirt; ausserdem stehen sie alle seitlich mit einander in Zusammenhang: also ist während des Lebens der Stachel mit Seewasser angefüllt. An der Luft verdunstet dasselbe sehr schnell, der Stachel füllt sich mit Luft, welche ihm das bekannte seidenglänzende Ansehen giebt. Das ganze Innere ist übrigens mit einer äusserst zarten Membran ausgekleidet und zeigt hier und da Haufen von Pigmentkörnern. Die Basis jedes Stachels besteht aus gewöhnlichem Schalengewebe und ist nicht durchbohrt. —

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XX.

Fig. 1. Untere Darmwindung von Echinus esculentus von unten gesehen. oes Eintritt des Oesophagus in die untere Darmwindung, odw deren Uebergang in die obere, HO Hoffmann's Organ, rg Rückengefäss, rg' zweites, frei herabhängendes Rückengefäss, bg Bauchgefäss, mp Andeutung der Lage der Madreporenplatte.

Fig. 2. Aftergegend von innen, von demselben. gp Genitalplatten, mp Madreporenplatte, md Mastdarm, oes Oesophagus, vtl Ventralseite des Darms, drs Dorsalseite desselben, stk Steincanal, hz Herz, m Mesenterium, zm Richtung des Oesophagus zum Mund, zd dessen Richtung zur ersten Darmwindung.

Fig. 3. Ein Stück der Oberfläche der Laterne, von demselben. oes Oesophagus, stk Steincanal, ar Ambulacralring, Pb Poli's Blase: das dunkle Innere deutet an, wie weit Injectionen eindringen, ze das weiche Ende der Zähne, bs Bogenstücke, py Pyramiden.

Fig. 4. Querschnitt durch das Herz von dems. stk Steincanal, drsg Dorsalgefäss.

Fig. 5. Querschliff durch die Laterne von dems. py Pyramiden, z Zähne, ipm Interpyramidalmuskeln, ag Wassergefäss, vom Wassergefässring zum Ambulacrum verlaufend, bg Blutgefässe, vom Blutgefässring ebendahin gehend, s Sehnen, welche den Pharynx an die fünf Deckstücke befestigen, bl bindegewebige Leisten, ib innere Bindegewebsschicht des Pharynx.

Fig. 6. Längsschliff durch dieselbe. ph Pharynx, bs Bogenstücke, qs Deckstücke, py Pyramiden, stk Steincanal, ar Wassergefässring, Pb Poli's Blasen, ag Verlauf der Wassergefässe zum Ambulacrum, br Blutgefässring, ng Nervengefäss, nr Nervenring, mf Mundfalte, bl bindegewebige Leiste.

Fig. 7. Durchschnitt durch das Ambulacralgefäss von Echinus esc. ag Ambulacralgefäss, ng Nervengefäss, an Ambulacralnerv.

Fig. 8. Längsschnitt durch ein Saugfüsschen von Echinus saxatilis, hs Hautschicht, bs Bindegewebsschicht, ms Muskelschicht, qf Querfasern, lf Längsfasern, kr Kalkring, ks Kalkrosette.

Fig. 9. Theil eines Querschnittes durch ein Saugfüsschen von Echinus esc. cu Cuticula, hs Hautschicht, bwl longitudionale Bindegewebsschicht, bwq Querschicht derselben, m Muskeln, ep Epithel, n Nerv, bg Blutgefäss.

Taf. XXI.

Fig. 10. Durchschnitt durch die untere Darmwindung von Echinus esculentus. dw Darmwand, gl Gefässlücken, mb Muskelbündel, HO Hoffmann's Organ, bg Bauchgefäss.

Fig. 11. Querschnitt durch eine Ampulle von dems. mb Muskelbündel.

Fig. 12. Querschnitt durch den Oesophagus von Echinus esc. cu Cuticula, hs Hautschicht, bs Bindegewebsschicht, lm Längsmuskeln, qm Quermuskeln.

Fig. 13. Querschnitt durch das Ambulacrum von Spatangus meridionalis. ks Kalkschale, an Ambulacralnerv, ng Nervengefäss, bg Blutgefäss, beig Nebengefäss des Wassergefässes.

Fig. 14. Querschnitt durch Hoffmann's Organ, wo es den Darm verlassen hat, über der untern Mesenterialplatte. mp Mesenterialplatte, HO Hoffmann's Organ, bg Bauchgefäss.

Fig. 15. Dasselbe in Verbindung mit der untern Darmwindung.

Fig. 16. Schematische Darstellung der Eingeweide von Spat. mer. nach Wegnahme der obern Schalenhälfte; der Darm ist sehr dünn gezeichnet, um den Einblick in die tiefer liegenden Theile zu erlauben. udw untere Darmwindung, odw obere Darmwindung, dv Divertikel, zurückgeschlagen, r Rectum, oes Oesophagus, stk Steincanal punktirt, oc obere Communication der Wasser- und Blutgefässe, bg Bauchgefäss, HO Hoffmann's Organ, sp Stützplatte, Hc Hoffmann's Communication.

Fig. 17. Oberlippe von oben gesehen nach Wegnahme der sie bedeckenden Theile. ol Oberlippe. Das schattirte Stück wird vom Blutgefässring eingenommen, nr Nervenring, ar Wassergefässring, sp Stützplatte, Hc Hoffmann's Communication.

Fig. 18. Querschnitt durch den Mund von Spat. mer., ol Oberlippe, ul Unterlippe, ngr Nervengefässring, nr Nervenring, ar Wassergefässring, rm Ringmuskel, mh Mundhaut.

Fig. 19. Querschnitt durch den Oesophagus von dems., dh Darmoberhaut, bs Bindegewebsschicht, lm Längsmuskeln, rm Quermuskeln, ep Epithel.

Fig. 20. Querschnitt durch einen Stachel von dems.

V. Holothuriae.

Von allen Echinodermenclassen sind die Holothurien wegen ihres geringeren Kalkgehalts am leichtesten zu untersuchen, und daher durch die Arbeiten von Tiedemann, J. M. Baur und Semper am besten bekannt geworden. Mir selbst stand zu meiner Arbeit eine grössere Zahl von Holothuria tubulosa zu Gebote, welche ich, um das Ausstossen des Darms zu verhüten, der Länge nach aufgeschlitzt hatte, so dass der Darm, wenn auch verschoben, doch in seiner Continuität erhalten wurde. Darauf ward jedes Exemplar in Flor eingehüllt und in Alkohol gehärtet. Für einige seltnere Thiere zum Vergleich, wie Cuvieria, Caudina, bin ich der vielerprobten Freigebigkeit des H. Prof. Haeckel zu Dank verpflichtet. Meine Schilderung bezieht sich überall auf Holothuria tub., wo ich nicht ein anderes Thier nenne.

Ich gehe von einem Durchschnitt des Ambulacrums aus, in dessen Darstellung ich am meisten von den Arbeiten meiner Vorgänger abweiche. An der innern Körperoberfläche ragt zuerst das Ambulacralgefäss hervor (ag, Fig. 1), von mehr oder weniger dreieckigem Querschnitt, mit den beiden flügelartig von ihm ausgehenden Längsmuskeln (lm). Die einzelnen Muskelfasern liegen getrennt und in hyaline Bindesubstanz eingebettet. Aus letzterer besteht auch die Wand des Gefässes und enthält nur wenige geschlängelte Fasern und einige von den bekannten kleinen kernführenden Zellen, welche man wohl in allen Geweben der Echinodermen, am häufigsten bei den Holothurien, zerstreut findet, und welche ich, da sie öfters zu erwähnen sein werden, „zerstreute Zellen" nennen will. Das Innere des Gefässes ist mit einem im Leben flimmernden Epithelium ausgekleidet. Von den Seitenecken des Gefässes gehen die Canäle zu den Saugfüsschen ab (sf); zuerst eng, dann sich erweiternd, laufen sie parallel dem Ringmuskel bis zur Ampulle (am), welche sich zwischen dessen Fasern nach

innen durchdrängt, worauf die Höhlung des Füsschens senkrecht nach aussen abgeht. Der Bau der Saugfüsschen der Holoth. tub. weicht in keinem wesentlichen Punkte von dem bei andern Echinodermen constatirten ab (Fig. 2). So lange dieselben im Innern des Corium verlaufen, bemerkt man neben dem innern Epithel eine Längsmuskelschicht, welche, anfangs sehr schwach, um so mehr zunimmt, je weiter man nach aussen fortschreitet. Die darauf folgende Bindegewebslage (bs) zeigt nicht die deutliche Ring- und Längsfaserung, die wir am schärfsten ausgeprägt bei den Echinen gefunden haben; sie ist mehr hyalin, ihre Fasern laufen nach allen Richtungen, wenn auch vorwiegend longitudinal; aber sie enthält zahlreiche Kalktheile, bestehend aus leicht gebogenen Stäbchen, mit der Concavität nach innen gelegen, welche sich gewöhnlich nach einem Ende zu verbreitern und dort mancherlei Zacken und Oeffnungen zeigen. Vermöge ihrer Lage und Gestalt dürften sie bestimmt sein, einer Verengerung des innern Lumens entgegenzuwirken. In der Bindegewebsschicht der Füsschen liegt auch der Nervenstrang, wovon später. Das reichliche schwarzbraune Pigment, welches schon in dieser Lage hier und da auftritt, wird in der eigentlichen Hautschicht so massenhaft, dass es sehr schwierig wird, deren feineren Bau näher zu ergründen; doch erkennt man auch hier deutlich zwei Schichten, eine innere, aus feinen in allen Richtungen durcheinander laufenden Fasern, und eine äussere, deren Fasern quer laufen. Die innere Hautschicht enthält ausschliesslich die länglich ovalen mit zwei Reihen von Löchern versehenen gewöhnlichen Kalkkörper der Holoth. tub., die äussere nur die sogenannte Stühlchenform in geringerer Anzahl. Das Pigment findet sich in feinen Körnern meist den Bindegewebsfasern angelagert, und gibt diesen ein perlschnurartiges Ansehn.

Die Bindegewebsschicht erweitert sich vor der Spitze zu einer Scheibe, wie bei den Asterien und Echinen, in welchen dann die Kalkrosette liegt, eine von runden Löchern durchbohrte Scheibe, ohne Centralöffnung. Durch jedes Loch tritt ein Bindegewebsfaden, was ja auch bei den gewöhnlichen Kalkkörpern der Cutis Statt hat. Die vor der Rosette liegende Hautschicht wölbt sich kissenartig vor und zeigt bei reichlichem Pigmentgehalt die gewöhnlichen Zellen und transversalen Fasern der Echinodermenhaut. Die Haut der Füsschen tritt an der Spitze ringsherum wallartig vor (hw, Fig. 2) und bildet so den Rand des Saugnapfs, während das Kissen mit der Rosette stempelartig zurück-

gezogen wird, um das Vacuum zu bilden. Eine getrennte Wirkung der einzelnen Muskelschichten ist also hier unnöthig. Die auf Hautpapillen stehenden Füsschen des Biviums sind an der Spitze einfach abgerundet und enthalten keine Rosette. Trägt man eine solche Papille ab, so findet man die innere Höhlung sehr beträchtlich, bis zu 2 Mm., vorzüglich in der Nähe des Vorderendes; sie eignet sich gut zur Injection des Wassergefässsystems.

Bei Cucumaria doliolum sehe ich keine Kalkrosette, wohl aber den Hautwall um die Spitze der Füsschen. Die verschiedenen Kalkgebilde finden sich sehr reichlich, wodurch die Gewebe steif werden. Die Saugfüsschen von Cuvieria besitzen den Hautwall nicht, ihr Ende bildet eine ebne Scheibe; die Rosette besteht aus mehreren Stücken. Der weitere Verlauf der Wassergefässe bis zum Schlundring ist bekannt genug; Semper rechnet bei den Holothurien noch die ganze Leibeshöhle zum Wassergefässsystem, wahrscheinlich wegen der Communication durch die Poren des Steinsacks: aber wie dann bei den andern Echinodermenclassen, wo der Steincanal in's Meer ausmündet?

Auf unserem Querschnitt sehen wir auf das Ambulacralgefäss nach aussen ein viel engeres, nur in der Mitte etwas erweitertes Gefäss folgen, das Nervengefäss (ng, Fig. 1). Die Scheidewand zwischen beiden (sw) besteht aus einem starken bindegewebigen Bande, in seiner Substanz ausschliesslich aus kräftigen Querfasern bestehend, d. h. quer im Verhältniss zur Richtung der Gefässe; nur auf seiner äussersten Oberfläche, sowohl nach innen als nach aussen, erscheinen einige zarte Längsfäden. Auf seiner ambulacralen Oberfläche trägt es die Fortsetzung des Epitheliums des Wassergefässes; auf der äussern aber, dem Nervengefäss zugewendeten, eine höchst auffallende Bildung. Die Zellen des Epitheliums ragen nämlich auf deutlichen Stielen stehend frei in das Lumen des Gefässes hinein. Ich habe diese seltsame Thatsache an hunderten von Schnitten, von wenigstens 15 verschiedenen Exemplaren herrührend, immer wahrgenommen, und bin vollkommen sicher, dass dabei keine Zerreissung oder dergleichen vorliegt. Die Zellen sind oval, durchschnittlich 0,065 Mm. lang und 0,050 breit, mit einem deutlichen Kern versehen, der Inhalt leicht körnig. Sie sind immer der Länge nach angeheftet, die Stiele sehr wenig länger, als die Zellen selbst, nicht über 0,001 Mm. im Durchmesser; sie verdicken sich ein wenig, um in die Spitze der Zelle überzugehen. Bei keiner andern der von mir untersuchten Holothurien, Cucumaria, Cuvieria, Caudina, Synapta finde ich eine

ähnliche Bildung; überall zeigt sich an der betreffenden Stelle ein einfaches Epithelium.

Wenn man einen Querschnitt durch das Ambulacrum von Holoth. tub. unter dem Simplex so zerreisst, dass man bei fixirter Cutis zuerst das Ambulacralgefäss abreisst, so folgt diesem nur die dünne Bindegewebslage, welche die Ringmuskeln nach der Leibeshöhle zu bekleidet und das Flimmerepithel trägt; reisst man darauf die Scheidewand zwischen Wasser- und Nervengefäss ab, so folgt dieser jedesmal die Schicht der Ringmuskeln, welche mit ihr in inniger Verbindung steht; ja man sieht die Bindegewebsfasern der Scheidewand tief zwischen die Muskelfasern eindringen. Und man begreift leicht, dass die fünf Ringmuskeln durch ein festes und unnachgiebiges Band unter einander vereinigt sein müssen, soll nicht bei ihren bekanntlich sehr kräftigen Zusammenziehungen das Ambulacralgefäss wenigstens ganz abgeplattet, das wenig resistente Nervenband zerrissen werden. Am deutlichsten erhellt diese Bedeutung der Scheidewand aus ihrem Verhalten bei der Synapta digitata. Dort fehlt das Ambulacralgefäss, aber nicht Nervengefäss, und der Ringmuskel läuft unverändert und ohne durch fünf Bänder unterbrochen zu sein über das Ambulacrum weg, zwischen dem Längsmuskel und dem Nervengefäss hindurch.

Das Nervengefäss ist bei Holothuria tub. leicht injicirbar, obgleich die Einführung der Canäle wegen der Starrheit der Scheidewand etwas schwierig ist. Man überzeugt sich dann leicht, dass jeder abgehende Füsschennerv von einem Zweige desselben begleitet wird; dasselbe hat für die Nerven der Tentakeln Statt. Auch der Nervengefässring ist unschwer zu injiciren. Das Nervengefäss begleitet das Wassergefäss nach dem Munde zu bis dahin, wo dasselbe sich sammt den Längsmuskeln an den Kalkring anlegt, um dicht an dessen Innenfläche hinab zum Wassergefässring zu laufen. Hier trennt sich das Nervengefäss und der Nerv von ihm, um in die äussere Lage der Schlundhaut einzutreten, innerhalb deren sich der Nervenring und der ihn begleitende Nervengefässring befinden. Das Vorhandensein des letztern ist an jedem guten Radialschnitt des Mundes, der den Kalkring begreift, zu erkennen, auch ist derselbe, wenn ich mich recht erinnere, schon an Synapta von Joh. Müller aufgeblasen, aber unrichtig gedeutet worden. Der Nervengefässring liegt nach innen vom Nervenring, d. h. nach der Höhle des Schlundes zu, also mit dem Ambulacralgefäss verglichen auf der entgegengesetzten Seite, als dieses, was sich durch die Thatsache erklärt, dass das Stück des Am-

bulacralnerven, welcher vom Trennungspunkt der Gefässe bis zum Nervenring verläuft, ganz frei im Nervengefäss liegt, höchstens an den Seitenwänden schwach angeheftet ist, wie es die Ambulacralnerven der Ophiuren und Echiniden in ihrer ganzen Länge sind. Bei den Ophiuren liegt der Nervenring in dem Nervengefässring frei, beiderseits von Flüssigkeit umspült, ebenso bei Spatangus. Bei den Asterien aber ist die Berührung nur einseitig, und zwar von der entgegengesetzten Seite, als bei Holothuria. Die Frage über das Vorhandensein eines Blutgefässes längs des Ambulacralnerven und seine Beziehung zu diesem ist schon mehrfach aufgeworfen und von verschiedenen Autoren auf verschiedene Weise beantwortet worden. In neuerer Zeit wurde sie bejaht von Greeff, verneint von Semper, welcher p. 148 seines Holothurienwerks sagt: „Blutgefässe existiren bei den namhaft gemachten Aspidochiroten nirgends in der Nähe des Nerven.“ Er sagt nicht, dass er deren anderswo gefunden habe.

Der Ambulacralnervenstrang bildet bei unserem Thier ein nicht sehr breites, aber etwas dickes Band (aan + ian Fig. 1), der Länge nach je nach dem Contractionszustand etwas zusammengebogen, doch nie so stark, als man es bei den Asteriden findet. Von einem Seitenrande zum andern wird es durch eine Bindegewebsplatte (bp, Fig. 1) in einen äussern (aan) und einen innern (ian) Theil geschieden, von denen der erstere bei weitem der mächtigere ist, etwa wie 1 : 3. Diese Bindegewebsplatte, welche schon von Andern beobachtet wurde, verbreitert sich etwas nach beiden Rändern und seine Fasern schlagen sich dort zum grossen Theil nach beiden Seiten um das Nervenband herum und verlieren sich zwischen den Cutisfasern. Das innere, dem Nervengefäss anliegende Band ist in der Mittellinie etwas dünner, nach den Seiten ein wenig verdickt; bei dem äusseren, dickeren, findet das Gegensheil statt. Der histologische Bau beider ist im wesentlichen derselbe. Die Hauptmasse beider wird wie bei allen andern Echinodermennerven gebildet durch zarte opake Fäden, welche in paralleler Richtung die Länge des ganzen Nervenstrangs durchlaufen und auf dem Querschnitt als grobe Körner erscheinen. Beide Bänder werden ihrer Dicke nach quer von dünnen, scharfgezeichneten, glänzenden Fasern durchzogen, die ich schon bei Comatula und den Asteriden beschrieben und dort als bindegewebiger Natur nachgewiesen habe, bestimmt, den nur von weichen Theilen bedeckten Nerven consistenter zu machen und gegen Druck zu schützen. Die Fasern beider Schichten des

Nervenbandes entspringen deutlich aus der zwischen ihnen gelegenen Bindegewebsplatte und laufen bis zu dem gegenüberliegenden Rande einer jeden, wobei die des äusseren Bandes sich mehrfach theilen. Verbindungen dieser Fasern mit Zellen konnte ich nirgends wahrnehmen. Als dritter Bestandtheil des Nervenstrangs erscheinen Zellen (nz, Fig. 1) an der äusseren Grenze des äusseren Nervenbandes, im Allgemeinen zwei unregelmässige Reihen bildend; auf den meisten Schnitten sieht man zu jeder Seite der Mittellinie eine grössere Zellengruppe zu einer mehr oder weniger dreieckigen Figur zusammengehäuft, ähnlich wie bei Ophiolepis und Echinaster. Die mittlere Grösse dieser Zellen, die ich für Nervenzellen halten muss, beträgt nicht mehr als 0,005 bis 6 Mm., während die Grösse der schon erwähnten, in allen Geweben sich vorfindenden „zerstreuten Zellen", von denen sie sich weder im Ansehn, noch in ihrem Verhalten gegen Reagentien unterscheiden, im Mittel 0,004—5 Mm. ist. Es dürfte kaum möglich sein, eine isolirte Zelle des in Rede stehenden Gewebes, von ihrer Lage abgesehen, mit Sicherheit den Nerven-, Epithel- oder zerstreuten Zellen zuzurechnen. Auch zwischen den Nervenfasern beider Abtheilungen des Nerven sieht man einzelne Zellen, deren Natur ich unentschieden lassen muss. Der Rand des innern Nervenbandes ist gegen das Nervengefäss durch ein gewöhnliches Epithel abgegrenzt; an stark contrahirten Stücken erscheinen dessen Zellen unregelmässig übereinander geschoben.

Wenn man das Nervengefäss mit flüssigem Carmin injicirt, so färbt sich vermöge seiner grossen Imbibitionsfähigkeit der Nervenstrang, und zwar nicht nur der Hauptstamm, sondern auch die von ihm abgehenden Zweige. Von den Seitenrändern des Ambulacralnerven sieht man die Füsschennerven abgehen, welche dem aus dem Wassergefäss abgehenden Canal auf der Innenseite dicht anliegen; zwischen beiden verläuft ein feines Blutgefäss, welches aus dem Nervengefäss austritt. Die Hauptmasse der Füsschennerven wird entschieden von dem äusseren, dickeren Theile des Ambulacralnerven abgegeben; doch scheint es mir, dass auch von dem innern, dünneren Theil einige Fasern dazutreten. Semper behauptet letzteres mit Bestimmtheit. Der Füsschennerv besteht aus einem deutlich gefaserten Strang mit einzelnen in und an ihm liegenden Zellen. In dem freien Theile des Saugfüsschens verläuft er im innersten Theile der Bindegewebsschicht, an den Muskeln anliegend; das Lumen des ihn begleitenden Gefässes findet sich an seiner äusseren Seite, während es bei den

Echinen an der Innenseite des Nerven verläuft. Die Tentakelnerven gehen wenigstens theilweise direct aus dem Nervenringe ab, verhalten sich übrigens im Bau und Verlauf genau wie die Füsschennerven. Die Hautnerven (Fig. 10) gehen nur aus der breiten peripherischen Seite des Ambulacralnerven ab, können also auch nur aus dem äusseren Band (aan) Fasern erhalten. Nahe am Ursprung zerfallen dieselben in mehrere stärkere Zweige, die sich dann erst wieder nahe der Oberfläche in feine Fasern auflösen, welche, in sehr spitzen Winkeln abgehend und mit Pigmentkörnern besetzt, sich in dem sehr undurchsichtigen Cutisgewebe verlieren, ohne dass ich sie bis zur Oberfläche hätte verfolgen können. Ob auch sie von einem Zweig des Nervengefässes begleitet werden, habe ich nicht beobachten können.

Semper's Beschreibung des Radialnerven in seinem Holothurienwerk weicht von der meinigen bedeutend ab. Er unterscheidet drei oder gar vier übereinander liegende Nervenschichten, indem er, das Lumen der Nervengefässe übersehend, die Scheidewand zwischen diesem und dem Ambulacralgefäss und das diese nach aussen begrenzende Epithelium als besondere Nervenschichten betrachtet. Wenn der Holothurienkörper, wie es fast immer in hohem Grade geschieht, sich im Tode verkürzt, so können nur Theile von hoher Elasticität ihre geradlinige Richtung behalten, aber unelastische, und dazu gehört ganz vorzüglich jene Scheidewand zwischen beiden Gefässen, müssen sich in mehr oder weniger starke Falten legen. Betrachtet man den Längsschnitt eines so contrahirten Ambulacrums, so erscheint die Scheidewand so stark geschlängelt, dass man zwei Reihen dicht über und neben einander in Quincunx stehender Nullen zu sehen glaubt, deren Rundungen sich allseitig mit den unmittelbar benachbarten berühren. Aus der Nichtbeachtung dieses Umstands, sowie aus zu grosser Dicke der Schnitte erkläre ich mir die Semper'schen Resultate; denn es ist klar, dass Querschnitte durch ein so faltig contrahirtes Ambulacrum die Scheidewand mehrfach treffen werden, wodurch so seltsame Gestalten entstehen können, als sie auf Semper's Taf. 38, besonders Fig. 5 zu sehen sind. Nach dem hier Gesagten halte ich es für überflüssig, die Controverse auf das auszudehnen, was Semper weiterhin über den Bau des Centralnervenrings sagt, wo er an seinen Schnitten seine sämmtlichen vier Nervenschichten unterscheiden konnte.

Von dem hier Geschilderten finden sich bei verschiedenen Holothurienarten mancherlei Abweichungen in Nebendingen. Bei

Cucumaria cucumis (Fig. 3) sind die allgemeinen Verhältnisse dieselben, wie bei Holothuria tub. Der Längsmuskel ist einfach, besteht nicht aus zwei parallelen Hälften, und in Folge davon erscheint das Ambulacralgefäss etwas zusammengedrückt, mehr spaltartig. Das Auffallendste ist eine Gefässöffnung, welche ich früher nur bei Spatangus gesehen habe: dieselbe befindet sich (Fig. 3 x) ungefähr in der Mitte der Scheidewand zwischen Wassergefäss und Nervengefäss, beträgt ihrer Capacität nach ungefähr $^1/_4$ bis $^1/_3$ des letztern und ist meist mit einem homogenen äusserst feinkörnigen Coagulum angefüllt; wo dasselbe in Folge der Behandlung herausgefallen ist, zeigt sich ein offnes Lumen, in dem ich kein Epithel erkenne. Ueber Ursprung und Bestimmung dieser Gefässe konnte ich nichts ergründen. Vielleicht dass auch diese Besonderheit zur Hervorbringung von Semper's dritter und vierter Nervenschicht beigetragen hat. Bei Cucumaria doliolum findet sich von diesem Gefäss keine Spur; Ambulacral- und Nervengefäss erscheinen noch mehr zusammengedrückt und spaltförmig, lassen sich aber überall durch Auseinanderziehen eines Querschnitts deutlich erkennen.

Caudina arenata, obgleich fusslos, zeigt doch überall die beiden Gefässe, wenn auch das Wassergefäss entschieden enger, als man es zu finden pflegt. Das Vorhandensein aber von seitlichen Abzweigungen desselben, welche blind endigen und den Anfang der zu den Füsschen gehenden Canäle darstellen sollen, wie sie Semper a. a. O., p. 46 für Haplodactyla und Caudina behauptet, muss ich für letztere entschieden in Abrede stellen. Bei Caudina findet sich in der Scheidewand ein besonderes Vorkommen; es läuft nämlich in ihrer Substanz an jeder Seite eine Reihe länglicher, unregelmässig gestalteter Körper hin, deren je zwei dicht hintereinander liegen, ohne sich zu berühren. Sie sind stark lichtbrechend und durchaus hyalin, die Oberfläche etwas höckrig, die Consistenz von fast knorpeliger Härte. Alcalien und Säuren machen dieselben nur wenig aufquellen; concentrirte Salpetersäure verursacht einige unregelmässige Spalten.

Cuvieria squamata zeigt verschiedenes Verhalten je nach der Oertlichkeit. Im Bivium kann ich keines von beiden Gefässen wahrnehmen, obgleich der Verlauf des Wassergefässes durch eine Zellenreihe (das Epithel) angedeutet wird; beim Auseinanderziehen eines Schnitts überzeugt man sich vom völligen Geschlossensein der Lumina, an der Scheidewand bleibt fast immer ein Theil des Nervenstrangs hängen, der übrigens sonst in nichts abweicht. Das

Letztere findet auch statt bei dem mittleren Ambulacrum des Triviums, während das Wassergefäss vollständig entwickelt ist. An den beiden Seitenambulacris des Triviums, dagegen finden sich beide Gefässe in regelmässigen Proportionen. Doch entspringen die Saugfüsschen nur einseitig, nämlich nach der Bauchseite hin, sie fehlen nach der Seite des Rückens zu; in der Scheidewand findet sich ein ähnliches Gefässlumen, wie bei Cucumaria.

Bei Synapta fehlt bekanntlich das Wassergefäss, doch ist das Vorhandensein eines Gefässes im Ambulacrum derselben schon mehrfach behauptet worden. Baur verlegt ein solches in's Innere des Nervenstrangs, auch Müller hat, wenn ich mich recht erinnere, es aufgeblasen. In Wahrheit findet sich ein regelmässiges Nervengefäss, zwischen dem Ringmuskel, der hier ununterbrochen über das Ambulacrum hinwegläuft, und dem Nervenbande gelegen. Diese Lage ist überall ein sicheres Erkennungsmittel des Nervengefässes, da das Wassergefäss constant innerhalb des Ringmuskels liegt.

Greeff hat in den Marburger Sitzungsberichten für 1872 das Vorhandensein eines Nervengefässes bei den Holothurien behauptet; er spricht aber auch noch von dem Vorhandensein eines zweiten Gefässes, nach aussen vom Nervenband, was einen Bau ergeben würde, wie der von mir bei Ophiuren und Echiniden geschilderte. Ich habe diesen Canal bei den von mir untersuchten Holothurien öfters gesehen, aber ohne Ausnahme bei fortgesetzter Untersuchung immer als Folge einer Zerreissung erkannt, und werde weiter unten erklären, warum ich die Entstehung solcher Zerreissungen gerade an dieser Stelle für besonders leicht halte. Auf keinen Fall aber kann ich Greeff's Erklärung für diese Verhältnisse annehmen, die ja auch für Ophiuren und Echinen Gültigkeit haben müsste, dass nämlich jenes äussere Gefäss der offenen Ambulacralrinne der Seesterne entspreche, welche bei Ueberwachsung durch die äussere Haut als Gefäss erhalten geblieben sei. Nun glaube ich aber hinreichend erwiesen zu haben, dass die äussere Hautschicht, welche den ganzen Körper der Asteriden überzieht, sich auch über die Nervenstränge hinweg erstreckt; wenn also die untere Hautschicht, die Cutis der Holothurien, oder die ihr entsprechende Kalkschale der Echiniden, sich über die Ambulacra ausdehnt, so kann sie nur sich zwischen der schon vorhandenen äusseren Hautschicht und dem Nerven eindrängen, und ein neues Gefäss kann so nicht gebildet werden. Nach meiner Ansicht bilden der äussere und innere Theil des

Nervengefässes der Echiniden und Ophiuren nicht zwei von einander verschiedene Gefässe, sondern nur Hälften eines und desselben Gefässes; der ganze Unterschied besteht in der verschiedenen Anheftung des Nervenbandes: entweder mit seiner ganzen äusseren Fläche (Crinoideen, Asterien, Holothurien), oder mit bestimmten Theilen derselben (Ophiuren), oder mit beiden Seitenrändern (Echiniden). Es scheint, dass überall da, wo die Ambulacralfurche nicht durch einen Kalkpanzer geschützt ist, die Anheftung des Nervenstrangs eine besonders feste sein musste.

Die Abstammung der Echinodermen kann von keinem andern Typus des Thierreichs hergeleitet werden, als von dem der Würmer. Das Blutgefässsytem der Würmer, abgesehen von den niederen Formen, die hier nicht in Frage kommen, besteht im Wesentlichen aus einem Rückengefäss, welches an den Darm angeheftet ist, und einem Bauchgefäss, welches nach innen vom Bauchnervenstrang verläuft und an die Leibeswandung befestigt ist; dazu kommen Verbindungszweige dieser beiden, sowie häufig ein zweites, kleineres Bauchgefäss, welches, wie das Rückengefäss, der Darmwand angehört. Bei den älteren Echinodermenformen (Asteriden, Ophiuren) ist über die eigentliche Darmcirculation wenig oder nichts bekannt; bei den Echiniden und Holothurien aber, wo in der Fortentwicklung wieder ein längeres Darmrohr entstand, musste dessen Bildung der des ursprünglichen Typus wieder ähnlich werden. So finden wir in diesen beiden Classen ein oberes und ein unteres Darmgefäss; das Nervengefäss aber aller Echinodermen entspricht nach meiner Ansicht dem der Leibeswand angehörigen Bauchgefäss der Würmer. Darin stört mich auch nicht der Umstand, dass das Nervengefäss der Echinodermen nach aussen von der Musculatur der Leibeswand liegt, während es sich bei den Würmern in ihrem Innern befindet. Ueber die entwicklungsgeschichtliche Abstammung der einzelnen Blutgefässe wissen wir noch sehr wenig. So ist mir von den Würmern nicht bekannt, dass die Herkunft des Bauchgefässes mit Bestimmtheit aus der äussern oder innern Schicht des äusseren Blattes des mittleren Keimblattes nachgewiesen worden wäre.

Mit Metschnikoff's Darstellung der Auriculariaentwicklung würde übrigens diese Vermuthung nicht im Widerspruch stehen. Offenbar, obgleich er selbst es nicht sagt, sind seine „lateralen Scheiben“ (Müller's wurstförmige Körper) nichts weiter, als die Ursprünge des mittleren Keimblattes, denn aus ihnen entstehen nach seiner Darstellung alle diejenigen Gebilde, welche überall

aus dem mittleren Keimblattes abgeleitet werden; der in ihnen von Anfang an sichtbare Spalt erweitert sich zur definitiven Leibeshöhle. So hindert uns nichts, anzunehmen, dass, wie die Darmgefässe und Muskeln aus der innern Schicht des mittleren Blattes abstammen, aus der äusseren nebst den Ringmuskeln auch das Nervengefäss entstehe.

Nach aussen vom Ringmuskel und Nervenstrang finden wir die Haut, welche wieder in mehrere Schichten zerfällt. In der innersten Lage, welche dem Ambulacrum gegenüber am stärksten entwickelt ist, finden wir Bindegewebsfasern, welche einander und den Ringmuskeln ziemlich parallel verlaufen, sich wenigstens nur unter sehr spitzen Winkeln treffen. In den Zwischenräumen dieser Fasern liegen Schichten grosser, gekernter, ovaler, durchsichtiger Zellen, welche in der übrigen Hautschicht nicht weiter vorkommen. Ihr Längsdurchmesser beträgt im Mittel 0,012 Mm., der Querdurchmesser ein Viertheil weniger, die Kerne haben eine Grösse von 0,003—4 Mm., sind also den überall in Menge vorkommenden zerstreuten Zellen ungefähr gleich. Diese Zellen sind, wenn ich nicht irre, die von Semper benannten „Schleimzellen“, von denen, wie er glaubt, der von der Oberhaut der Holothurien reichlich abgesonderte Schleim herstammt. Ich meine, dass diese Schicht, welcher offenbar eine grosse Elasticität zukommt, bei den starken Contractionen des Thieres dazu dienen muss, Zerrungen und Quetschungen des Nervenstrangs zu mässigen. Zugleich aber ist dieser Schicht vermöge ihrer Structur eine grosse Zerreissbarkeit eigen, wodurch Spalten in der Richtung der Fasern entstehen. Dergleichen trifft man sehr häufig, besonders in der nächsten Nähe des Nervenbandes, welches an diese Schicht nur lose befestigt ist; doch gelang es mir immer, bei einiger Behutsamkeit, an Schnitten durch andere Regionen desselben Thieres mich zu überzeugen, dass diese Spalten pathologischer Natur waren. In den seitlichen Ambulacris des Triviums von Cuvieria sind solche Spalten in der Mitte des Gewebes so häufig und constant, dass sie wohl normal sein könnten.

Durch diesen Umstand ist, glaube ich, Greeff irre geführt worden, wenn er das Vorhandensein eines äusseren Nervengefässes bei den Holothurien annimmt; doch ist es möglich, dass bei mir unbekannten Arten sich die Zustände der ihnen so nahe verwandten Echiniden wiederholen. Zwischen dieser elastischen Schicht und dem Ringmuskel finden sich sehr häufig, aber nicht constant grössere, platte, unregelmässige Höhlungen, mit brau

schwarzem Pigment in sehr feinen Körnchen angefüllt; ihre Zahl und Grösse ist wechselnd; vielleicht tragen auch sie zur leichteren Verschiebbarkeit der Gewebe bei.

Die eigentliche Cutismasse ist bekannt genug; bei Holoth. tub. besteht sie aus den typischen, nach allen Richtungen verfilzten, gewundenen Fasern, mit vielen unregelmässig in ihr zerstreuten Zellen. Als äusserste Schicht derselben unterscheide ich aber auch hier, wie bei Asteriden und Echinen, noch eine zu ihr gehörige, aber deutlich geschiedene äussere Cutislage, welche bei unserm Thier wegen des an der übrigen Körperoberfläche allzu reichlichen Pigments nur an den Tentakelästen deutlich zu erkennen ist. Ihr Bau erscheint hier dem bei den Asteriden geschilderten durchaus ähnlich; man sieht transversale Fasern und Faserbündel, innerhalb welcher letzteren längliche Zellen liegen, von deren peripherischen Spitzen ich hier deutlich Fortsätze ausgehen sah, welche bis zur Cuticula reichen. Der Bau der Tentakeln ist wie überall dem der Saugfüsschen ganz ähnlich: innen die Längsmuskeln, in der Mitte die mächtige Bindegewebsschicht, welche hier allein Kalktheile führt, und gewöhnlich mehrere Nervenquerschnitte zeigt, auch hier nach aussen von einem spaltförmigen Gefässlumen begrenzt; zu äusserst die Oberhautschicht mit der Cuticula. Die Form der Kalktheile des Körpers ist verschieden nach den Schichten, in denen sie liegen, aber nicht nach den Körpergegenden; doch ist am Bauch die Kalkschicht drei- bis viermal dicker, als am Rücken, wie man an scharf durchschnittenen und dann getrockneten Stücken macroscopisch erkennen kann. In den Ankern von Synapta hat Semper durch Reaction mit verdünnter Essigsäure einen Centralcanal gefunden. Mir selbst gelang diese Reaction nicht, doch sieht man oft einen anscheinenden Längscanal an Balsampräparaten. Wenn ich die gewöhnlichen Kalkkörper von Holoth. tub., durch Kochen mit Kali gereinigt, trocknete und dann in Balsam brachte, so erhielt ich bei den meisten Körnern die (Fig. 5) dargestellte Zeichnung: eine höckerige schwarze Linie im Innern der Kalkleisten, die ich von einem nach dem Trocknen Luft führenden Canale ableite, von welchem dann nach allen Seiten zahlreiche sehr feine Spalten nach der Peripherie laufen. Die gebogenen Stäbchen der Saugfüsschen, sowie deren Endscheibe zeigen dasselbe.

Etwas abweichend von dem bei Holoth. tub. vorkommenden verhält sich die Haut der Synapta digitata (Fig. 4). Die innere Cutisschicht ist sehr durchsichtig, fast hyalin, nur der am Ring-

muskel anliegende Theil enthält Fasern in grösserer Masse, doch von weniger verfilztem, mehr dem Ringmuskel parallelem, welligem Verlauf; ein Faserbündel scheint regelmässig an jeden Anker heranzutreten. Diese Schicht erhebt sich nach dem Innern der Leibeshöhle zu, wie man in jedem Längsschnitt sieht, in kurzen Abständen in dünne, ringförmige, wenig vorragende Platten, wie Andeutungen von Querscheidewänden, an deren Seitenwänden sich die Ringmuskeln in die Höhe ziehen, und an deren freiem Rand die Längsmuskeln angeheftet sind. In dem hyalinen Theile der Haut bemerkt man häufig die von Semper erwähnten Zellen, von denen 2—3 Fäden ausgehen, sehr ähnlich den Bindegewebskörpern höherer Thiere. Auch die von ihm beschriebenen Hautnerven sind leicht zu finden, nur etwas verschieden von denen seiner tropischen Arten. Sie sind zarte, etwas opake, sehr feine faserige Stränge (hn, Fig. 4), welche immer in der Nähe des Ambulacralnerven aus den Cutisfasern auftauchen, um etwas schief nach aussen laufend unter der Oberhaut mit einer leichten Anschwellung zu endigen, mit einigen zerstreuten Zellen besetzt. Besondere Papillen, in denen sie endigen, oder eine veränderte Hautstructur an der Endigungsstelle finden sich hier nicht. Die Oberhautschicht der Synapta ist von Leydig beschrieben, aber wohl nur oberflächlich beobachtet worden. Ich sehe dort hinter der Cuticula sehr grosse Zellen, wohl die Leydig'schen Epidermiszellen, von 0,0135 Mm. Höhe, neben einander liegen; nicht alle zeigen Kerne (hd, Fig. 4). Zwischen diesen Zellen sehe ich einzelne Querfasern von den gewöhnlichen kleinen Zellen (0,003) ausgehend und die Cuticula erreichend. Die grossen Zellen halte ich für einzellige Hautdrüsen, die kleinen mit ihren Querfasern für die gewöhnlichen hier sehr zurückgedrängten Elemente der äussern Cutis. Ausführungsgänge durch die Cuticula habe ich nicht beobachtet. Die Aehnlichkeit dieser Bildung mit der der Haut des Sipunculus (s. Jenaische Zeitung VIII. Bd.) ist augenfällig bis auf die Nervenfäden, welche dort an das innere Ende der Hautdrüsen herantreten. Doch sehe ich an Querschnitten der Tentakeln von Synapta sehr zarte Fäden den hyalinen Theil der Cutis durchkreuzen, sich vielfach theilen und an je eine Drüsenzelle befestigen, wogegen ich hier die oben beschriebenen gröberen Hautnerven vermisse. Die Tentakeln der Synapta digitata unterscheiden sich von denen der Holoth. tub. dadurch, dass in ihnen die (dort Kalkstäbchen enthaltende) Bindegewebsschicht fehlt und dafür die unveränderte Cutis der Körperwand auch die Tentakeln

überzieht: nach innen zuerst die welligen Fasern, dann der hyaline Theil, zuletzt die Aussenschicht. Als zur Cuticula gehörig betrachte ich eine ihr überall unmittelbar anliegende protoplasmatische Schicht mit kernartigen Gebilden, welche in der Nähe der Befestigung der Drüsenwände eine Verdickung zeigt.

An der Mundöffnung der Holothuria tub. gehen, gerade wie bei den früher geschilderten Echinodermenclassen, die einzelnen Schichten der äusseren Leibeswand direct in die entsprechenden des Darmes über. Die Cuticula ist im Darm immer stärker und deutlicher, als auf der Körperhaut; die unter ihr liegende, sie hervorbringende Zellenschicht besteht aus deutlichen Cylinderzellen. Die von da nach innen folgende eigentliche Darmhaut, der oberen Cutis entsprechend, besteht aus den bekannten Querfasern mit zahlreichen dazwischen liegenden ovalen Zellen, die im Allgemeinen nach der Cuticula zu dichter liegen. Die Höhe der Schicht nimmt vom Magen zum After hin ab, ihre histologischen Elemente zeigen mancherlei unwesentliche örtliche Abweichungen. Die Dicke der Querfasern ist nicht überall dieselbe; oft sieht man Verästelungen, welche sich mit benachbarten Fasern verbinden. Die eigentliche Bindegewebsschicht des Darms ist nach innen mehr hyalin mit zerstreuten, oft verästelten Zellen und einzelnen Fasern, nach aussen besteht sie zumeist aus gewellten Fasern. Ihre innere Oberfläche ist wie anderwärts verschiedentlich in Leisten erhoben; am Schlund, wo Semper „Drüsen“ gesehen hat, sind diese Vorsprünge noch keine continuirlichen Leisten, sondern in Reihen stehende Papillen, welche, mit einer stärkern Oberhautschicht bekleidet, als ihre Zwischenräume, bei oberflächlicher Betrachtung wohl an Drüsen erinnern können. Im Oesophagus reihen sich diese Papillen immer dichter an einander und werden im Magen zu zahlreichen, hohen und blätterartig engstehenden Längsfalten. In diesen Magenfalten, und zwar vorzugsweise an der Ventralseite, finden sich viele bis 0,1 Mm. grosse keulenförmige Zellen, welche, mit dem dickeren Theil auf der Bindegewebsschicht aufsitzend, nach der Cuticula hin dünn auslaufen und einen grossen Kern zeigen (dd, Fig. 7). Obgleich ich keine Ausmündungen durch die Cuticula gesehen habe, stehe ich nicht an, sie für Drüsenzellen zu halten; sie sind denen der äusseren Haut bei Synapta ähnlich, nur von mehr opakem Ansehen. Von queren Darmfalten, wie sie Semper im Magen anderer Holothurien gefunden hat, und in denen er Darmkiemen vermuthet, habe ich bei Holoth. tub. nichts gesehen; ein Einströmen von Wasser durch

den After bis zum Magen, wie er es annimmt, ist hier überhaupt wegen der Länge und beständigen Füllung des Darms undenkbar; auch bei Haplodactyla, wo er den Vorgang gesehen hat, dürfte derselbe mit der Verdauung schwer zu vereinbaren sein.

Nach dem After zu werden die Leisten der Bindegewebsschicht immer niedriger. In dieser letztern finden sich die Oeffnungen der Darmblutgefässe, welche auf Längsschnitten des Darms sehr gut wahrzunehmen sind. Sie bilden einfache Lücken im Gewebe und erscheinen je nach der Stelle entweder als einzelne oder wenige grössere Oeffnungen, oder liegen in grosser Zahl, aber dann mit kleinerem Lumen dicht neben einander wie eine lange Reihe kleiner Nullen. Nach aussen folgt die Längs- und Ringmuskelschicht, welche letztere besonders am Eingang des Pharynx sehr kräftig sphincterartig entwickelt ist; zuletzt das Flimmerepithel mit der dasselbe einschliessenden hyalinen Bindegewebsschicht, welche an contrahirten Darmstücken stark gekräuselt zu sein pflegt. Alle diese Verhältnisse sind durch Querschnitte leicht darzustellen, auch von Semper in seinem Holothurienwerke ohne bedeutende Abweichung geschildert worden; man sieht, dass bei allen Echinodermenstämmen der Darmbau bis in's Einzelne sich gleich bleibt.

Was das Darmblutgefässsystem betrifft, so schliesse ich mich der Darstellung Semper's an; mein Material erlaubte mir, mich von deren Richtigkeit in allen Hauptpunkten zu überzeugen. An den Wassergefässring legt sich nach hinten die von ihm benannte Schlundkrause dicht an; zahlreiche Ausstülpungen desselben ragen in ihre Substanz hinein. Diese Substanz besteht aus hyalinem, etwas körnigem Bindegewebe, wellige Fasern, zerstreute Zellen und Pigmenthaufen enthaltend; dazwischen erscheinen die Lumina feiner, unregelmässiger Canäle, offenbar die letzten Verzweigungen der Darmgefässe darstellend, aber nichts einem Ringgefäss ähnliches. Das Rücken- und Bauchgefäss schwellen nach der Mitte des Darms zu an, um gegen den After hin wieder allmählich einzuschrumpfen; neben den beiden ersten Dritttheilen des Darmes verdoppelt sich das Rückengefäss und zertheilt sich von da aus in das Wundernetz, aus welchem das Blut sich zu einem dritten Rückengefäss wieder ansammelt. Der histologische Bau der Gefässe ist von Semper beschrieben; die Aufeinanderfolge der Schichten ist in allen innern Organen dieselbe, so im Darm, wie in den Kiemen, Blutgefässen, Ovarien: Aeusserlich Flimmerepithel, dann Ring- und Längsmuskeln, Bindegewebsschicht und inneres

Epithel. In den Gefässen des Wundernetzes sehe ich kein Epithel; die Bindegewebsschicht ist äusserst dünn, das äussere Epithel aber ausserordentlich entwickelt. Seine Zellen stellen Schläuche dar von 0,06 Mm. Länge bei 0,012 Mm. grösster Dicke an der Peripherie, mit einem ansehnlichen Kern von 0,005 Mm.; die Schläuche enthalten eine feinkörnige Masse. Ich meine, dass das Wundernetz dazu dient, die Uebertragung des zur Respiration bestimmten Sauerstoffs aus der Leibesflüssigkeit an das Blut zu erleichtern und dass diese (von Semper ähnlich beschriebenen) Epithelzellen vorzugsweise diesen Process vermitteln. Bei allen Echinodermen finden wir nur eine mittelbare Respiration, d. h. der Sauerstoff wird dem Blut aus dem Meerwasser durch Vermittelung einer andern Flüssigkeit zugeführt. Bei den Crinoiden und Ophiuren tritt derselbe durch die Tentakeln in das Wassergefässsystem und von da in die unmittelbar anliegenden Blutgefässe über; bei Asterien, Echinen und Holothurien aber übernimmt die Leibeshöhlenflüssigkeit die Vermittelung, obgleich das Wassergefässsystem durch die Saugfüsschen auch hier Sauerstoff zuführen wird. Bei den Asterien die Hautkiemen, bei den Echinen die Mundkiemen, bei Spatangus die Ambulacra petaloidea mit ihren sehr stark entwickelten Ampullen, bei den Holothurien endlich die Kiemen bereichern direct nur die Leibesflüssigkeit mit Oxygen, von wo dasselbe an das Blut treten kann, und es ist verständlich, warum bei den Holothurien, welche das am höchsten entwickelte Gefässsystem besitzen, eine besonders vervollkommnete Vorrichtung dazu gefunden wird.

Was den mehrfach behaupteten Zusammenhang des Wundernetzes mit der linken Kieme betrifft, so fehlt er bei Holoth. tub. ganz entschieden. Schneidet man ein Stück der betreffenden Kieme heraus, nachdem man die daran haftenden Gefässfäden nahe an derselben durchnitten hat, und bringt das Ganze in Wasser unter das Simplex, so überzeugt man sich mit sehr geringer Mühe, dass diese Fäden nur ganz lose zwischen den Kiemenläppchen eingeklemmt sind und bei blosser Berührung mit der Präparirnadel abfallen. Semper glaubt an den festen Zusammenhang, weist ihn aber nirgends nach; mit Bestimmtheit behauptet er sein Vorhandensein bei Caudina und Haplodoctyla. Letztere stand mir nicht zu Gebote, bei Caudina aber ist es sehr leicht, das Gegentheil mit voller Sicherheit zu sehen. Bringt man ein wie oben vorbereitetes Stück aus Alkohol in Wasser, so genügt die blosse wirbelnde Bewegung der Flüssigkeit, welche durch die Verwandt-

schaft des Wassers zum Alkohol hervorgebracht wird, um die feinen Gefässe zu lösen und fortzuschleudern. Der histologische Bau der Kiemen entspricht, wie schon gesagt, ganz dem des Darms, von dem sie nur Ausstülpungen sind. Die innerste Schicht bildet ein einfaches Epithel, dann folgt eine Bindegewebsschicht, aus leicht körniger Grundsubstanz bestehend mit welligen Fasern, eingebetteten Zellen von mancherlei Gestalt und Grösse, Pigment u. s. w.; ihre Oberfläche erhebt sich in eben solche, etwas unregelmässige Längsleisten[1], wie die entsprechende Schicht des Darms. Längsfasern sind sehr undeutlich, die Ringmuskeln kräftig entwickelt; nach aussen folgt die gewöhnliche hyaline Bindegewebsschicht mit dem Flimmerepithel. Ausserdem aber finde ich in diese Schicht eingebettet und vielfach nach aussen über sie hervorragend, wie nur angeheftet, ein besonderes Zellengebilde, welches, wie es scheint, Semper nicht von seinen „Schleimzellen“ unterscheidet, das aber von dem oben unter diesem Namen beschriebenen bedeutend abweicht. Es besteht aus einer kugeligen oder ovalen Anhäufung kleiner, gekernter Zellen von 0,005—7 Mm. um eine einzelne in der Mitte liegende, so dass der optische Durchschnitt der Gruppe einen centralen Kreis mit 5—7 regelmässig um ihn herumliegenden und ihn berührenden gleich grossen Kreisen bildet. Eine gemeinschaftlich das Ganze umhüllende Membran habe ich nie gesehen. Man findet diese Zellengruppen in den meisten Organen zerstreut, am häufigsten aber, schichtenweis zusammengelagert, im Parenchym der Bindegewebsbalken, welche den Schlundsinus an den Schlund heften, und in ersterem selbst.

Semper beschreibt und zeichnet an der Spitze der Kiemenläppchen trichterförmige Oeffnungen, welche das durch den After in die Kiemen getretene Seewasser in die Leibeshöhle bei der Expansion des Holothurienkörpers ein- und bei der Contraction auf demselben Wege wieder ausströmen lassen sollen; doch stellt er die Beobachtung nicht als ganz sicher hin. Bei den von mir gesehenen Holothurien habe ich trotz fleissigen Suchens von solchen Oeffnungen keine Spur wahrgenommen; sorgfältige und zahlreiche Schnitte zeigten auch in der Anordnung der Gewebselemente der betreffenden Gegenden nichts, was auf ihr Vorhandensein hingedeutet hätte. Ausserdem scheint es mir unmöglich, dass durch Compression des Holothurienkörpers ein Rückfluss durch so feine Oeffnungen mit weichen Wänden stattfinden könnte; die Wirkung des äusseren Drucks würde die Wände der Kiemen aneinander pressen und so den Rückfluss unmöglich machen.

Auch an den Ovarien ist die Reihenfolge der Schichten dieselbe, wie bei den andern Eingeweiden. Die Zellen des innern Epithels bilden sich zu Eiern aus, man sieht an demselben Schnitt alle Uebergangsstufen. Die Bindegewebsschicht hat ihre vorspringenden Leisten wie anderwärts, und fast immer stehen auf den Vorsprüngen die am weitesten entwickelten Eier, die kleinsten in den Zwischenräumen. Nach aussen folgen Längs- und Ringmuskeln nebst Epithel. An der Basis vereinigen sich die einzelnen Ovarialschläuche zu einem soliden, platten, bindegewebigen Körper, in welchem die einzelnen Ausführungsgänge, mit schönem Epithel ausgekleidet, noch ein grosses Stück weit neben einander verlaufen, so dass der Querschnitt das Bild eines Siebes darstellt.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVII.

Fig. 1. Querschnitt durch das Ambulacrum von Holothuria tub. ag Wassergefäss, rm Ringmuskel, lm Längsmuskel, sw Scheidewand, ng Nervengefäss, ep Epithelium (s. Text) am Ampulle, sf Saugfüsschen, fn Füsschennerv, ian innere Schicht des Ambulacralnerven, äan äussere derselben, bp Bindegewebsplatte.

Fig. 2. Saugfüsschen von Holoth. tub., Längsschnitt. ohs obere Hautschicht, uhs untere desgleichen, bs Bindegewebsschicht, ms Muskelschicht, ks Kalkscheibe, hw Hautwall.

Fig. 3. Querschnitt durch das Ambulacrum von Cucumaria cucumis. Buchstaben wie Fig. 1.

Fig. 4. Dasselbe von Synapta digitata. Dieselben Buchstaben, hn Hautnerv, hd Hautdrüsenzellen.

Fig. 5. Kalkkörper von Holoth. tub., s. Text.

Fig. 6. Radialschnitt durch den Mund von Holoth. tub. an Ambulacralverv. ng Nervengefäss, ag Wassergefäss, lm Längsmuskel, kr Kalkring, zwr Wassergefäss zum Schlundring, ngr Nervengefässring, nr Nervenring, sh Schlundhaut.

Fig. 7. Theil eines Querschnittes des Magens von Holoth. tub., cu Cuticula, hs Hautschicht, bs Bindegewebsschicht, lm Längs-, rm Ringmuskel, ep Epithel, dd Drüsenzellen.

Fig. 8. Querschnitt durch ein Gefäss des Wundernetzes von dems.

Fig. 9. Ein Canal des Wundernetzes von dems. entwirrt, rg vom Rückengefäss, sg zum Sammelgefäss, wn Wundernetz.

Fig. 10. Verzweigung eines Hautnerven von Holoth. tub.

Uebersicht der Ergebnisse.

---

1. Blutgefässsystem.

Bei allen Echinodermen finden sich zwei Blutgefässsysteme, welche mit einander in Verbindung stehen, oder nicht: das eine gehört den Eingeweiden, das andere dem Nervensystem.

Das Eingeweideblutsystem besitzt ein eignes ringförmiges Centrum (um den After), bei den Asteriden sicher, bei den Echiniden höchst wahrscheinlich.

Das Nervengefässsystem besitzt überall einen centralen Gefässring, welcher mit dem Nervenring den Schlund umgibt. Bei Comatula ist derselbe noch nicht bestimmt nachgewiesen; für Echinus existirt ein Nervengefässring wahrscheinlich nicht neben dem Nerven, sondern etwas höher, neben dem Wassergefässring.

Communication der beiden Ciculationssysteme ist nachgewiesen bei Asteriden, Ophiuren, Echiniden; sie fehlt bei den Holothurien.

Der Radialnerv ist im Nervengefäss mit seiner äussern breiten Fläche angeheftet bei Crinoiden, Echiniden und Holothurien (weiche Ambulacralrinnen), mit den Seitenrändern, so dass er beiderseits von Blut umspült wird; bei Ophiuren, Echinen und Spatangen (verkalkte Ambulacra).

Der Abgang eines Zweiges des Nervengefässes zu den Füsschen und an diesem entlang ist erwiesen bei Asteriden, Echinen, Holothurien; findet sich aber wohl überall.

Communication desselben durch zwischen den Füsschen hindurch tretende Zweige mit einem seitlichen Gefässnetz findet sich bei den Ophiuren und Asteriden.

Eine besondere Complication im Bau des Nervengefässes findet sich bei den Asteriden durch das Vorhandensein von durch Querscheidewände getheilten seitlichen Kammern neben dem eigentlichen Nervengefäss.

Das bei den Asteriden und Echiniden vorkommende Herz, welches immer in der Verbindungslinie des Eingeweidegefässcentrums (Analring) und des Nervengefässcentrums liegt, stellt bei dem erwachsenen Thiere weder eine Drüse, noch ein Pumpwerk vor, das geeignet wäre, den Blutlauf zu befördern, sondern bildet vielleicht nur ein Ueberbleibsel einer früheren Entwicklungsperiode.

Bei den Ophiuren steht das Nervengefäss in directer Verbindung mit der Leibeshöhle; bei den Echinothrix ausserdem mit der Aussenwelt durch die Canales interradiales.

Das sogen. Wundernetz der Holothurien ist ohne erwiesenen organischen Zusammenhang mit den Kiemen.

Bei Echinus findet sich eine Verdoppelung eines Theils des Rückengefässes.

Das Nervengefäss der Echinodermen ist dem Bauchgefässe der Würmer homolog.

2. Wassergefässsystem.

Alle Echinodermen besitzen ein Wassergefässsystem, bestehend aus einem Schlundring und Radialgefässen.

Sein Inhalt steht in mittelbarer Verbindung mit der Aussenwelt bei Comatula, in unmittelbarer bei Asteriden, Echinen und den mit Steincanal versehenen Ophiuren; er communicirt mit der Leibeshöhle bei den Holothurien.

Das Wassergefässsystem communicirt mit den Blutgefässen bei Crinoiden, Ophiuren, Asteriden und Echiniden, nicht bei Holothurien.

Die Verbindung findet statt zwischen Wassergefässring und Eingeweidegefässen bei Comatula; zwischen Wasser- und Nervengefässring durch den Steincanal bei den Ophiuren; ebenso bei den Asteriden unter Vermittelung der Madreporenplatte; bei Echinus unsicher, ist sie bei Spatangus doppelt: zwischen Steincanal und Darmgefäss und zwischen Wassergefässring und Darmgefäss.

3. Nervensystem.

Das Nervensystem besteht überall aus einem Nervenring und aus Radialnerven von demselben histologischen Bau.

Die wesentlichen Elemente des Nervensystems sind Längsfasern und peripherisch liegende Zellen.

Die Querfasern, welche sich nur da finden, wo der Nervenstrang nach aussen nicht durch Kalkgewebe geschützt wird, sind bindegewebiger Natur, stammen aus der dem Nerven innerlich anliegenden Bindegewebsschicht und dienen dazu, die Resistenz des Nervenstrangs zu vermehren.

Die Nervenzellen hängen nicht mit den Querfasern zusammen, vielleicht mit den Längsfasern.

Bei Echinen scheint der Nerv seitlich doppelt, weil seine Substanz in der Mittellinie verdünnt ist.

Die Breite des Ambulacralnerven ist in der Nähe des Nervenrings am grössten und nimmt gegen die Spitze allmählich ab. Folgende Maasse sind Mittelzahlen.

	Ursprung	Mitte
Echinus saxat.	1,125	0,9
Luidia sav.	1,650	1,2
Holoth. tub.	0,63	0,60

4. Haut.

Die Körperbedeckungen bei Asteriden, Echinen und Holothurien bestehen ausser der Cuticula aus einer Cutis, welche in zwei auch durch ihren Bau verschiedene Schichten zerfällt, eine untere und eine obere. Bei den Ophiuren erlaubte mein Material keine nähere Untersuchung.

Die obere Schicht allein überzieht die Ambulacralrinne der Asteriden.

Bei Comatula ist in der allgemeinen Körperbedeckung eine Differenzirung in die beiden Cutisschichten nicht wahrzunehmen, auch die Cuticula ist undeutlich. Dagegen findet sich in der ganzen Ambulacralrinne die obere Cutisschicht und die Cuticula eben so ausgebildet, wie bei den Asteriden.

Die innerste Schicht des Darms ist eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren Cutisschicht, mit der sie auch im Bau übereinstimmt; die mittlere Bindegewebsschicht des Darms ist ebenso die directe Fortsetzung der untern Cutisschicht.

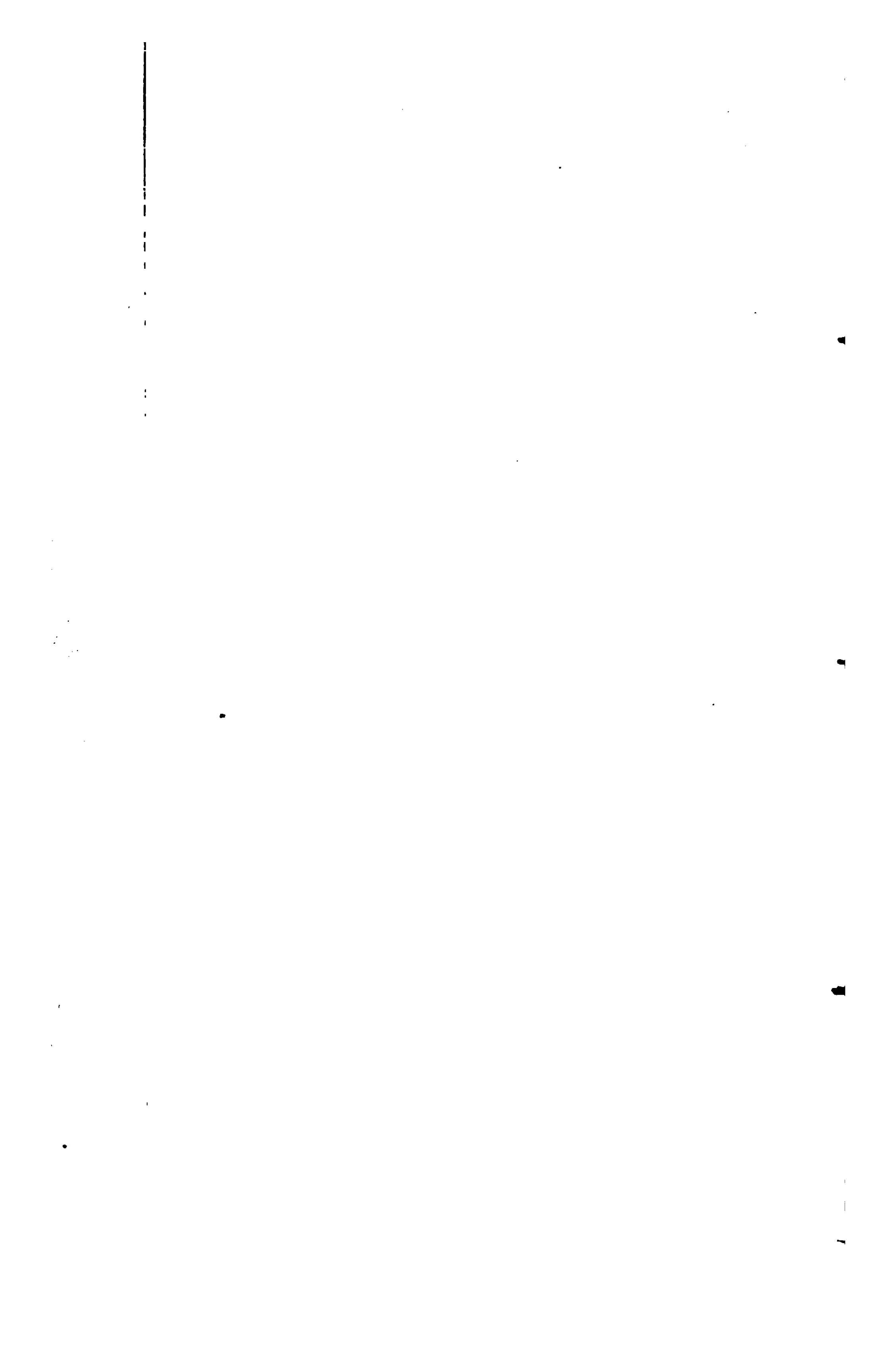
Bei Echinus sowohl, als Spatangus, findet sich ein Darmdivertikel mit doppelter Einmündung in den Darm.

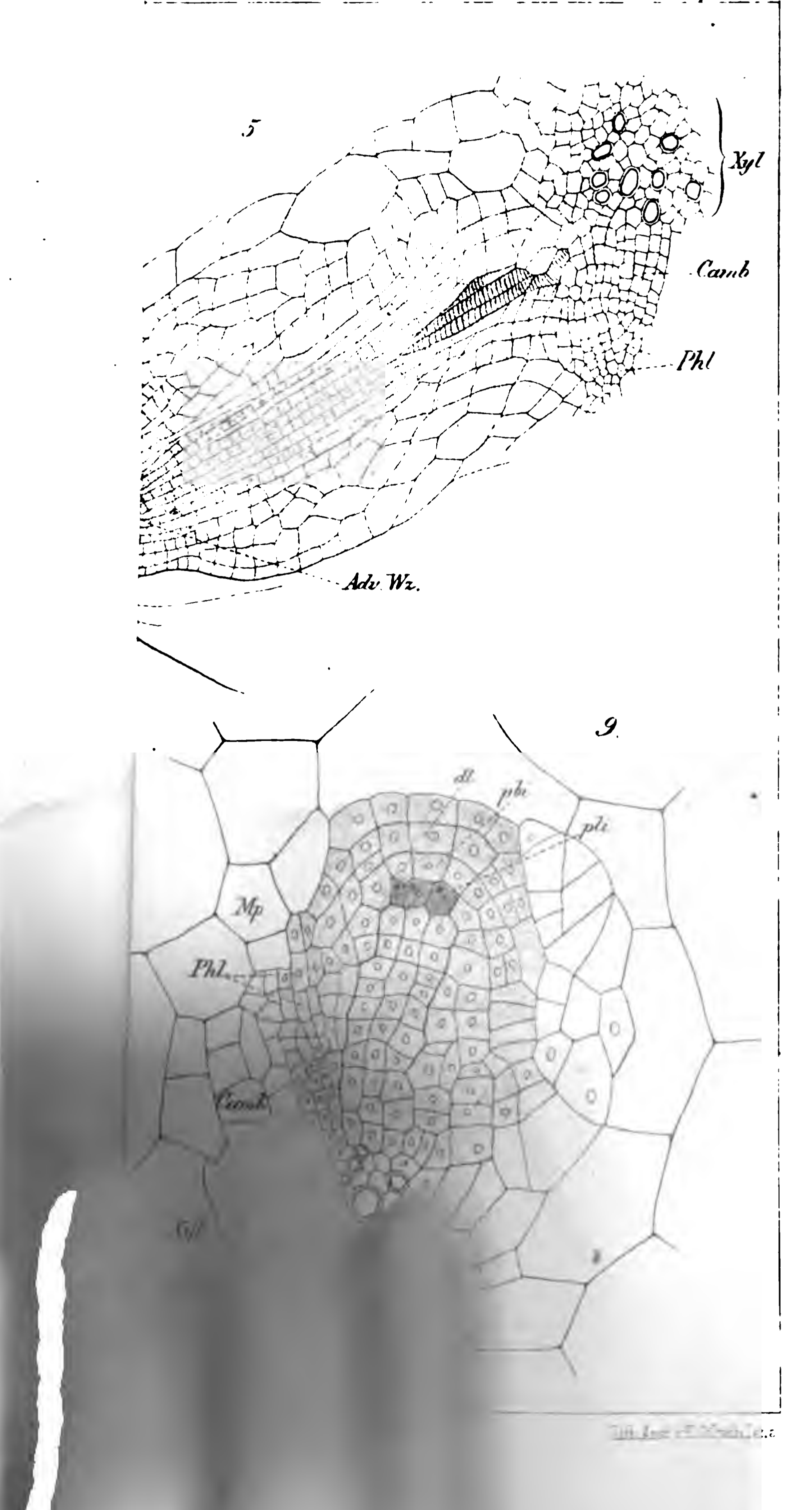
Druck von G. Pätz in Naumburg a/S.

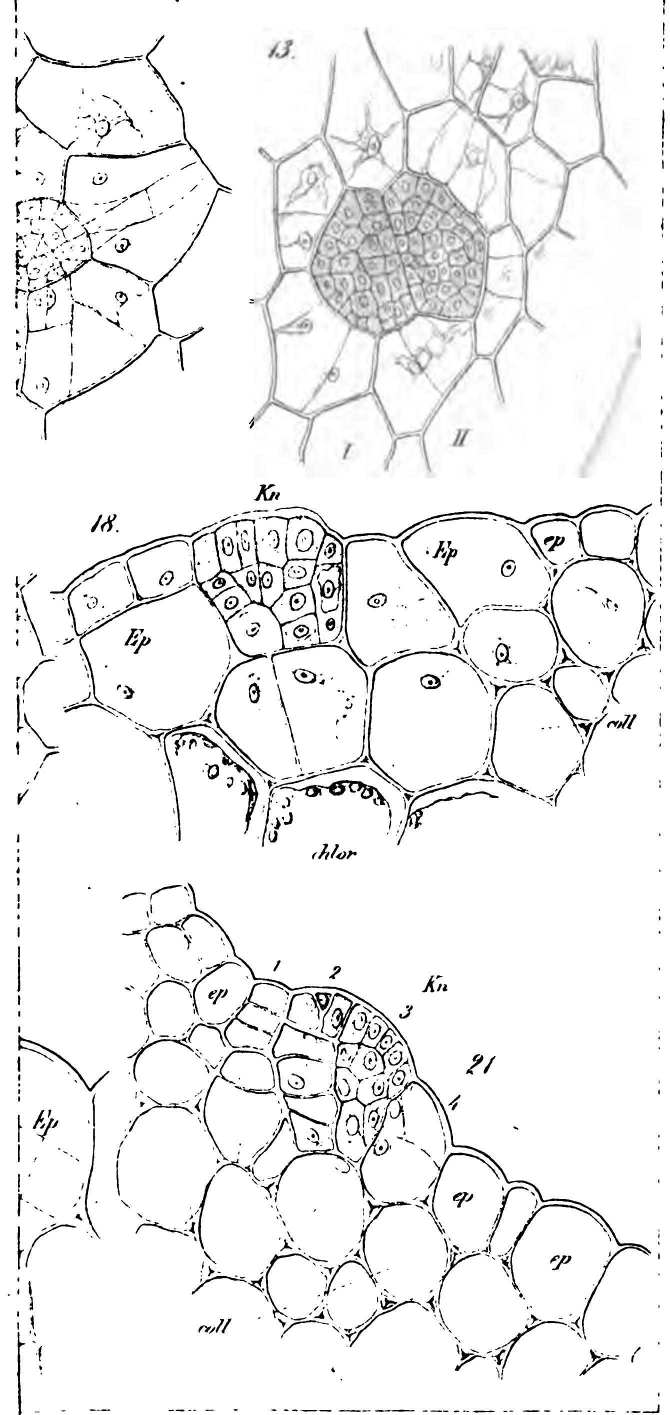
1 6 11 12 13 14 18 19 20 23 24 27

Eduard Strasbur[ger] Lith Anst v. E Giltsch, Jena


Jenaische Zeitschrift, B.
Taf. XIV.
28.
31
33
37.
38.
41.
42.
Eduard Strasburger ad nat.
Lith. Anst. v. E. Giltsch, Jena




5
Xyl
Camb
Phl
Adv. Wz.
9.
pl
ph
Mp
Phl.
Camb



Lith.Anst.v.E.Giltsch, Jena.

24.

Kn II III IV Ep

P Coll Ep Ep Ep

Ph II Ph II Veg

Lith. Anst. v. E. Gutsch, Jena